

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

В.В. Смирнов

«10» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Технологии
материалов и промышленной инженерии
Е. Ю. Степанович

«10» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники

Составитель(и)

Согласовано с работодателями:

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

Форма обучения

Год приёма

Курс

Семестр(ы)

Смирнов В.В., профессор кафедры ТМиПИ;

**Язев Б.Б., Генеральный директор ООО СК
«Квадро Айти»;**

**Кутузов Д.В., доцент кафедры «Связь»
АГТУ;**

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

**Промышленная электроника и
микропроцессорная техника
магистр**

очная

2025

1 (очная форма)

1 (очная форма)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» являются:

изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники с целью выработки навыков оценки новизны исследований и разработок, освоения новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля) формирование:

- знаний об основных задачах, направлениях, тенденциях и перспективах развития электроники и нано-электроники, а также в смежных областях науки и техники; о передовом отечественном и зарубежном научном опыте, и достижениях в области электроники, микро- и наноэлектроники;

- умений оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники;

- навыков владения современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и наноэлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» относится к обязательной части Б1.Б.03 и осваивается в 1 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- материалы и элементы электронной техники (физическая природа электропроводности полупроводников, основные свойства полупроводников и полупроводниковых соединений, реализация полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники);

- твердотельная электроника (контактные явления в полупроводниках, электронно-дырочный переход; полупроводниковые электропреобразовательные приборы, излучатели и фотоприемники, датчики, сенсорные устройства);

- микроэлектроника (интегральные микросхемы, элементы функциональной электроники);

- квантовая и оптическая электроника (физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами, основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения).

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

Проектирование и технология электронной компонентной базы, Введение в промышленную электронику, Анализ и расчет электронных схем, Проектирование микропроцессорных и компьютерных систем, Процессы микро- и наноэлектроники, Микропроцессорная техника, Анализ и расчет электронных схем.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

б) общепрофессиональных (ОПК):

- ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора;

- ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы.

в) профессиональной (ПК):

ПК-2 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ОПК-1.1. Способность представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники	использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности	передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности
ОПК-2	ОПК-2.1. Способность применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	методы синтеза и исследования моделей	адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
ПК-6	ПК-2.1. Способность разрабатывать эффективные	методы разработки эффективных алгоритмов	использовать алгоритмы решения исследовательски	навыками разработки стратегии и методологии

	Л	в т. ч. П П	П З	в т. ч. П П	ЛР	в т. ч. П П	Р / К П	ча с.		успеваемости, форма промежуточной аттестации
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	2							4	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	1							5	6	
Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии	1							5	6	
Тема 5. Литография высокого разрешения	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 6. Квантовые основы наноинженерии	1							5	6	
Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур	1							5	6	
Тема 9. Квантовая инженерия	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 10. Многослойные наноструктуры	1							5	6	
Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость	1							5	6	
Тема 13. Микроволны и их природа	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 14. Элементная база микроволновых систем	1							5	6	
Тема 15. Системы связи	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	1							5	6	
Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники	1							5	6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники	1							5	6	
Консультации										I
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	18							89	10	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
								8		

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-2	ПК-6	
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	6	+	+	+	3
Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	6	+	+	+	3
Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	6	+	+	+	3
Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии	6	+	+	+	3
Тема 5. Литография высокого разрешения	6	+	+	+	3
Тема 6. Квантовые основы нанoинженерии	6	+	+	+	3
Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды	6	+	+	+	3
Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур	6	+	+	+	3
Тема 9. Квантовая инженерия	6	+	+	+	3
Тема 10. Многослойные нанoструктуры	6	+	+	+	3
Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости	6	+	+	+	3
Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость	6	+	+	+	3
Тема 13. Микроволны и их природа	6	+	+	+	3
Тема 14. Элементная база микроволновых систем	6	+	+	+	3
Тема 15. Системы связи	6	+	+	+	3
Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	6	+	+	+	3
Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники	6	+	+	+	3

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции			Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-2	ПК-6	
Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники	6	+	+	+	3
Итого					3

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и наноэлектроники.

Поверхность и её свойства. Поверхностный потенциал. Поверхностные состояния. Уровни Тамма. Быстрые и медленные поверхностные состояния.

Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства

Микрокластеры и их энергетическое состояние. Методы получения и применения структур с атомными кластерами. Межфазные границы и их свойства. Возможность формирования структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки. Напряженные полупроводниковые структуры, их свойства и применение.

Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии

Достижения молекулярно-лучевой эпитаксии. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений.

Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии

Традиционная фотолитография и ее проблемы. Электронно-лучевая литография. Рентгеновская литография.

Тема 5. Литография высокого разрешения

Методы безмасочной технологии. Электронный и ионный луч как инструмент современной технологии

Тема 6. Квантовые основы наноинженерии

Эффект размерного квантования. Квантовое ограничение. Интерференционные эффекты. Туннелирование. Устройства на основе квантовых эффектов.

Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды

Актуальность использования низкоразмерного кремния в производстве изделий микро- и наноэлектроники. Формирование низкоразмерного кремния. Структурные модификации пористого кремния. Применение низкоразмерного кремния.

Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур

Введение. Механизмы эпитаксиального роста тонких пленок. Жидкофазная эпитаксия. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Тема 9. Квантовая инженерия

Введение. Размерное квантование. Квантовые точки. Изготовление гетероструктур с квантовыми точками. Методы исследования СКТ. Лазеры на самоорганизованных квантовых точках. Сверхрешетки.

Тема 10. Многослойные наноструктуры

Многослойное осаждение посредством магнетронного распыления. Электролитическое осаждение. Поверхностные наноструктуры. Получение поверхностных структур методом МЛЭ. Получение поверхностных структур методом газофазной эпитаксии. Химическая сборка поверхностных наноструктур. Низкоразмерные структуры на основе пористого кремния. Углеродные нанотрубки.

Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости

Понятие сверхпроводимости. Сверхпроводники первого и второго рода. Теория Бардина - Купера – Шриффера. Эффект Джозефсона. Эффект Мейснера.

Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость

История открытия высокотемпературной сверхпроводимости. Методы получения ВТСП пленок. Применение ВТСП материалов.

Тема 13. Микроволны и их природа

Открытие теплового воздействия микроволн. Физическая природа микроволн. Микроволновая передача и средства связи. Сверхвысокочастотная терапия.

Тема 14. Элементная база микроволновых систем

История создания лазера. Полупроводниковые лазеры. Нанолазеры. Светоизлучающие диоды. Оптоволоконные кабели.

Тема 15. Системы связи

Системы телевизионного вещания. Спутниковая связь. Мобильная связь. Сотовая связь. Оптоэлектронные системы.

Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники

Введение. Температурная стойкость и механизмы теплопередачи. Способы теплоотвода. Перспективные жидкие диэлектрики для охлаждения. Криогенная электроника. Влияние радиации на параметры электронных устройств.

Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники

Структуры «кремний-на-изоляторе» и их преимущества. Технологии изготовления структур КНИ. Структуры КНС, их преимущества и перспективы применения. Преимущества и перспективы карбидокремниевой электроники.

Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники

Карбид кремния - материал для экстремальной электроники. Возможности углерода в решении задач экстремальной электроники. Структуры и приборы экстремальной электроники.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) с перечнем учебно-методического обеспечения

При разработке учебных программ по ФГОС-3++ поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

2. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи проводятся занятия, в которых **необходимо связать** уже имеющиеся знания с излагаемым материалом.

3. Проектная работа

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются проектная работа, осуществляется работа с научно-технической документацией. Такие методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. При проведении таких занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских работ

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Студентам выдается список тем практических/семинарских занятий. Каждый студент готовит отчет по РГР с элементами анализа литературных источников изучаемой проблемы.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходиться к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Цель лекции – создание основы для последующего детального освоения студентами учебного материала. Для студентов лекции читаются по наиболее сложным темам курса.

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся
для очной формы обучения**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 5. Литография высокого разрешения	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 6. Квантовые основы нанoинженерии	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 9. Квантовая инженерия	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 10. Многослойные нанoструктуры	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 13. Микроволны и их природа	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 14. Элементная база микроволновых систем	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 15. Системы связи	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов
Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники	6	Самостоятельное изучение теоретического материала, подготовка докладов, презентаций, рефератов

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Программой не предусматривается выполнение курсовых или контрольных работ по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

- левое – 25 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 20 мм

· **Оформление таблиц:**

- Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире.

- При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

- Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

- На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

- **Оформление иллюстраций:**

- Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

- Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

- На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

- Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

- Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

- Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

- Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

- Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

- При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

- **Приложения**

- Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Письменная работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 5. Литография высокого разрешения	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 6. Квантовые основы наноинженерии	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 9. Квантовая инженерия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 10. Многослойные наноструктуры	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>

Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 13. Микроволны и их природа	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 14. Элементная база микроволновых систем	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 15. Системы связи	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Введение в специальность» используется использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Цифровое обучение»), созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2022 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя smirnov.v.aspu@mail.ru.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, практических занятий и пр.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
Autodesk 3ds Max 2021	Профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании.
Autodesk AutoCad 2021	Пакет программ для точного проектирования и цифрового черчения планов, развёрток, схем и виртуальных трёхмерных моделей.
FreeCAD	Программа параметрического трёхмерного моделирования, предназначенная прежде всего для проектирования объектов реального мира любого размера.
CorelDRAW Graphics Suite x6	Надёжное программное решение для графического дизайна, которое подойдет как начинающим, так и опытным пользователям. Пакет включает в себя среду с обширным контентом и профессиональные приложения для графического дизайна, редактирования фотографий и веб-дизайна.

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование ЭБС

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ. Включает библиографические описания книг, электронных изданий, статей из журналов и газет, находящихся в фонде библиотеки. Доступ свободный. <http://library.asu.edu.ru>

<p>Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: - ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart»; - ЭОР № 2 – электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ КАК ИНОСТРАННЫЙ» www.iprbookshop.ru</p>
<p>Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://book.ru</p>
<p>Образовательная платформа ЮРАЙТ, https://urait.ru/</p>
<p>Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки» www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>

Наименование интернет-ресурса

<p>Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru</p>
<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru</p>
<p>Министерство просвещения Российской Федерации https://edu.gov.ru</p>
<p>Федеральное агентство по делам молодёжи (Росмолодёжь) https://fadm.gov.ru</p>
<p>Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) http://obrnadzor.gov.ru</p>
<p>Информационно-аналитический портал государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» http://zhit-vmeste.ru</p>
<p>Российское движение школьников</p>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 5. Литография высокого разрешения	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 6. Квантовые основы нанoeинженерии	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 9. Квантовая инженерия	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 10. Многослойные наноструктуры	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 13. Микроволны и их природа	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 14. Элементная база микроволновых систем	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 15. Системы связи	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	
Тема 16. Температурная и радиационная	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
стойкость изделий электронной техники		
Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы
Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники	ОПК-1, ОПК-2, ПК-6	

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Вопросы для обсуждения

Тема 1. Роль поверхности в создании устройств микро- и нанoeлектроники.

1. Что вы понимаете под идеальным кристаллом и идеальной поверхностью?
2. Что вы понимаете под реальным кристаллом и реальной поверхностью?
3. Какова природа поверхностного потенциала?
4. Какова природа уровней Тамма?
5. Какие внешние факторы оказывают влияние на свойства поверхности?
6. Какие энергетические состояния называются быстрыми?
7. Каково время установления равновесия быстрых состояний с объемом?
8. Какие энергетические состояния называются медленными?
9. Каково время установления равновесия медленных состояний с объемом?
10. Каковы концентрации поверхностных состояний?

Тема 2. Микро- и наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках и их свойства

1. Каковы принципиальные ограничения для традиционного подхода к управлению свойствами полупроводникового материала?
2. Что понимают под атомным кластером?
3. Что является движущей силой в образовании кластера?
4. Каковы современные методы получения структур с атомными кластерами?
5. Каковы методы исследования нанокластеров?
6. Что понимают под межфазными границами? 7. Что представляет собой полупроводниковая сверхрешетка?
8. Каковы возможности эпитаксии в формировании структур с минимальным рассогласованием по параметрам решетки?
9. Какая полупроводниковая структура называется напряженной?
10. Каковы реальные применения напряженных гетероструктур?

Тема 3. Технологические возможности перспективных видов эпитаксии

1. Что понимают под эпитаксией?
2. Какие поверхностные процессы происходят при выращивании тонкой пленки методом МЛЭ?
3. Чем определяется конденсация на подложку нового материала из газовой фазы? 4. Каковы преимущества метода МЛЭ?
5. Каков механизм послойного роста? 6. Каков механизм роста Вольмера – Вебера?
7. Каков механизм роста Странски – Крастанова?
8. Что представляет собой механизм роста «статистическое осаждение»?
9. Что общего между методами МЛЭ и РГФ МОС?
10. Каковы различия между методами МЛЭ и РГФ МОС?

Тема 4. Создание интегральных устройств методами литографии

1. Какова задача фотолитографии?
2. Что понимают под законом Мура?
3. Каков прогноз уменьшения длины затвора МДП-транзисторов?
4. Каковы минимальный размер и длина канала λ_K , достигаемые в настоящее время?

5. Каковы длины волн эксимерных лазеров и от чего они зависят?
6. Каковы принципиально иные, по сравнению с фотолитографией, методы получения рисунка с размерами элементов менее 100 нм?
7. Каковы виды литографии высоких энергий?
8. Какова разрешающая способность электронно-лучевого экспонирования по сравнению с фотоэкспонированием?
9. Какова основная причина разработки метода рентгеновской литографии?
10. Каковы главные преимущества рентгеновской литографии?

Тема 5. Литография высокого разрешения

1. Каковы преимущества перьевой нанолитографии?
2. Каковы преимущества нанопечатной литографии?
3. Каковы возможности электронного луча как инструмента прецизионной технологии?
4. Каковы принципы электронно-лучевой обработки?
5. Почему обработка электронным лучом ведется в высоком вакууме?
6. Какова поверхностная плотность излучения электронной пушки?
7. Каково место электронно-лучевой обработки в технологии микросхем?
8. Каковы условия конкуренции ионной и рентгеновской литографии?
9. В чем состоит сущность ионной литографии?
10. Какова разрешающая способность позитивных резистов в случае ионно-лучевого экспонирования?

Тема 6. Квантовые основы наноинженерии

1. Почему широкое развитие нанотехнологий связывают с появлением сканирующего микроскопа?
2. Что представляет собой эффект размерного квантования?
3. Какая гетероструктура является типичным примером эффекта размерного квантования?
4. Почему тонкие плёнки являются примером структуры с двумерным электронным газом?
5. В чём состоит важный для атомной теории принцип соответствия?
6. В чём состоит эксперимент по наблюдению магнитного эффекта Ааронова - Бома?
7. Каковы практические применения процесса туннелирования электрона?
8. Что представляет собой холодная эмиссия электронов из металлов?
9. Что понимают под нанотехнологиями?
10. Каково применение эффекта резонансного туннелирования в двухбарьерной квантовой структуре?

Тема 7. Низкоразмерные кремниевые среды

1. Почему кремний является основным материалом современной микроэлектроники?
2. Какие причины сдерживают использование монокристаллического кремния в оптоэлектронике?
3. Сравните электрические сопротивления монокристаллического и пористого кремния.
4. Сравните теплопроводности монокристаллического и пористого кремния.
5. Какие составы электролитов используются при формировании низкоразмерного кремния?
6. Присутствие носителей заряда какого знака необходимо для получения низкоразмерного кремния при анодировании?
7. Как классифицируется пористый кремний по размеру пор?
8. Что понимают под пористостью низкоразмерного кремния?

9. При каких значениях пористости низкоразмерный кремний генерирует видимый свет?
10. Каковы перспективы применения пористого кремния в нанoeлектронике?

Тема 8. Технология тонких пленок и многослойных структур

1. В чём состоит эффект размерного квантования?
2. В чём состоит отличие микрочастиц от макрочастиц?
3. Что понимают под квантовой ямой, квантовой нитью, квантовой точкой?
4. Что понимают под дислокациями несоответствия, каковы условия их возникновения?
5. Что понимают под самоорганизацией, каков природный процесс самоорганизации твердотельных наноструктур?
6. Каковы методы исследования самоорганизованных квантовых точек?
7. В чём состоят преимущества лазеров на самоорганизованных квантовых точках по сравнению с лазерами на квантовых ямах?
8. Что представляют собой искусственные периодические структуры и почему их называют сверхрешётками?
9. Что понимают под композиционной сверхрешёткой?
10. Что понимают под легированной сверхрешёткой?

Тема 9. Квантовая инженерия

1. В чём состоит эффект размерного квантования?
2. В чём состоит отличие микрочастиц от макрочастиц?
3. Что понимают под квантовой ямой, квантовой нитью, квантовой точкой?
4. Что понимают под дислокациями несоответствия, каковы условия их возникновения?
5. Что понимают под самоорганизацией, каков природный процесс самоорганизации твердотельных наноструктур?
6. Каковы методы исследования самоорганизованных квантовых точек?
7. В чём состоят преимущества лазеров на самоорганизованных квантовых точках по сравнению с лазерами на квантовых ямах?
8. Что представляют собой искусственные периодические структуры и почему их называют сверхрешётками?
9. Что понимают под композиционной сверхрешёткой?
10. Что понимают под легированной сверхрешёткой?

Тема 10. Многослойные наноструктуры

1. Каковы преимущества магнетронного распыления по сравнению с термическими способами осаждения?
2. Каковы возможности экспериментальной реализации многослойных систем для вакуумного ультрафиолета?
3. Каков наиболее простой способ получения многослойных структур металлов?
4. Что общего и в чём разница между потенциостатическим и гальвано-статическим электролитическим осаждением?
5. Каковы особые свойства поверхностных наноструктур, определяющие перспективы их применения?
6. Каковы возможности получения поверхностных структур методом молекулярно-лучевой эпитаксии?
7. Что представляет собой химическая сборка поверхностных наноструктур?
8. Каковы перспективы низкоразмерных структур на основе пористого кремния?

9. Что представляют собой структуры кремний-на-изоляторе (КНИ)?
10. Что представляют собой углеродные нанотрубки и каковы идеи создания на их основе электронных устройств?

Тема 11. Физическая природа сверхпроводимости

1. Что понимают под сверхпроводимостью?
2. Что означает термин «гелиевые температуры»?
3. Почему при абсолютном нуле электрическое сопротивление должно исчезать?
4. В каком году было открыто сверхпроводящее состояние вещества?
5. Что понимают под сверхпроводниками I рода?
6. Что понимают под сверхпроводниками II рода?
7. Кем и когда была предложена теория сверхпроводимости?
8. Каково происхождение термина «куперовская пара»?
9. Какое количество куперовских пар находится в 1 см^3 вещества?
10. Кто авторы наиболее популярной модели сверхпроводимости?

Тема 12. Высокотемпературная сверхпроводимость

1. Каково происхождение термина «высокотемпературная сверхпроводимость»?
2. Что лежит в основе теоретической модели высокотемпературной сверхпроводимости, разработанной академиком В. Л. Гинзбургом?
3. Какова эволюция температуры перехода в сверхпроводящее состояние?
4. Чем объясняется интерес к высокотемпературной сверхпроводимости?
5. Каковы основные преимущества ВТСП?
6. Какой параметр определяет высокочастотные свойства ВТСП материалов?
7. Что понимают под керамическим методом получения ВТСП материалов?
8. Каковы возможности молекулярно-лучевой эпитаксии для получения ВТСП пленок?
9. Каковы возможности золь-гель метода для получения ВТСП пленок?
10. Каковы коммерческие применения ВТСП материалов?

Тема 13. Микроволны и их природа

1. Вопросы для самопроверки
2. Какие электронные приборы называются микроволновыми?
3. Каковы частоты и длины волн сверхвысокочастотного диапазона?
4. Какие теоретические и экспериментальные исследования в области распространения и взаимодействия волн стимулированы потребностями интегральной оптики СВЧ?
5. Каковы сферы применения микроволновой техники в настоящее время?
6. Какое соотношение связывает длину волны, скорость распространения волны и частоту колебаний электромагнитного поля?
7. Какова природа радиоволн?
8. Сравните скорости движения электрона и распространения электромагнитного поля по телефонному проводу.
9. От каких факторов зависит предельно достижимая скорость передачи данных?
10. Что представляет собой СВЧ-терапия?
11. Каковы параметры волн, используемых в сантиметровой и дециметровой терапии?

Тема 14. Элементная база микроволновых систем

1. Каков смысл термина «лазер»?

2. Каков вклад отечественных ученых в создание первого твердотельного лазера?
3. Когда начался «лазерный» период оптики?
4. Что представляет собой лазер на двойной гетероструктуре (ДГС- лазер)?
5. Что представляет собой нанолазер?
6. Какова роль светоизлучающих диодов в развитии микроволновых систем?
7. Каким сигналом передается информация по оптоволоконному кабелю?
8. Какова структура оптоволоконного кабеля и его недостатки?
9. Каковы характеристики оптоволоконного кабеля по помехозащищенности и секретности передаваемой информации?
10. Каковы принципиальные различия одномодового и многомодового кабеля?

Тема 15. Системы связи

1. Какой диапазон волн используется для телевизионного вещания?
2. Каково устройство наземной телевизионной передающей сети?
3. Какие спутниковые системы связи осуществляют распределение сигналов ТВ программ по территории России?
4. Каковы основные структуры построения систем кабельного телевидения?
5. Каковы основные преимущества сотовых систем телевидения?
6. Что представляет собой геостационарная орбита искусственного спутника Земли?
7. Каковы преимущества систем мобильной связи?
8. Какие этапы в своем развитии прошла сотовая связь?
9. Что представляет собой волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)? Каковы их преимущества?
10. Какие устройства составляют элементную базу волоконно-оптических линий связи?

Тема 16. Температурная и радиационная стойкость изделий электронной техники

1. Что означает термин «экстремальная электроника»?
2. Какие механизмы теплопередачи применимы к электронным устройствам?
3. Что понимают под температурной стойкостью изделий электронной техники?
4. Что понимают под пассивным способом теплоотвода?
5. Что понимают под активным способом теплоотвода?
6. Какие жидкие диэлектрики являются перспективными для охлаждения?
7. Что означает термин «криогенная электроника»? Каковы свойства криогенной электроники?
8. Что понимают под радиационной стойкостью изделий электронной техники?
9. Что происходит в электронных устройствах при воздействии радиации?
10. Каковы меры по повышению радиационной стойкости изделий электронной техники?

Тема 17. Перспективы кремния как материала экстремальной электроники

1. Какие проблемы в технологии полупроводниковых приборов можно решить с помощью структур КНИ?
2. Каковы основные преимущества структур КНИ перед обычными кремниевыми подложками?
3. Каковы основные свойства технологии δ та11 Си!?
4. Что понимают под процессом δ 1M0X?
5. Каковы основные свойства технологии сращивания пластин?
6. Каково место эпитаксии в создании структур КНИ?

7. Каковы преимущества структур КНС и каковы ограничения в развитии КНС направления?
8. Каковы преимущества карбидокремниевой электроники?
9. Каковы основные направления использования приборов на карбиде кремния?
10. Какие устройства реально создаются на основе карбида кремния?

Тема 18. Материалы и структуры экстремальной электроники

1. Какова эволюция метода получения монокристаллов карбида кремния?
2. Каковы преимущества графена как возможного материала для создания транзистора?
3. Каковы перспективы алмаза как материала экстремальной электроники?
4. Что представляет собой тиристор и почему его считают прибором силовой электроники?
5. Почему коммутационные и частотные характеристики биполярных транзисторов лучше, чем у запираемых тиристоров?
6. Сколько поколений насчитывает развитие биполярного транзистора с изолированным затвором?
7. Почему полевые транзисторы лучше защищены от радиации и температуры, чем биполярные транзисторы?
8. Каковы предельные рабочие токи и напряжения для современных МОП-транзистора?
9. Какие приборы силовой электроники наиболее распространены в устройствах мощностью до нескольких сотен киловатт?
10. Каковы основные особенности планарной технологии?

Задания для подготовки презентаций

1. Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
2. Современные проблемы технологии нанoeлектроники.
3. Диагностика и методы исследования нанообъектов и наносистем.
4. Диагностика и методы исследования нанообъектов и наносистем.
5. Актуальные проблемы физики и технологии приборов на основе полупроводниковых наноструктур.
6. Актуальные проблемы физики и технологии приборов на основе полупроводниковых наноструктур.
7. Двумерные многослойные структуры из пленок нанометровой толщины.
8. Магнитные наноструктуры.
9. Квантовая нанотехнология: проблемы и перспективы.
10. Молекулярная электроника – проблемы и перспективы.

Темы рефератов

1. Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
2. Современные проблемы технологии нанoeлектроники.
3. Перспективы и проблемы полупроводниковой нанoeлектроники.
4. Проблемы нанoeлектроники (одноэлектроники).
5. Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
6. Низкоразмерные кремниевые среды.
7. Нанoeлектронные приборы на основе квантово-размерных структур.
8. Базовые логические элементы квантовых компьютеров.
9. Технологические аспекты разработки нано- и микроэлектромеханических систем.
10. Разработка элементной базы нано- и микроэлектромеханики.

11. Важнейшие области применения.

**Перечень вопросов и заданий,
выносимых на экзамен**

1. Виды полупроводниковых наноструктур, их основные свойства.
2. Перспективные технологии создания наноструктур.
3. Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
4. Транспортные явления.
5. Туннелирование через квантово-размерные структуры.
6. Технологии создания наноматериалов и наноструктур.
7. Современные проблемы технологии анноэлектроники.
8. Перспективы и проблемы полупроводниковой наноэлектроники.
9. Проблемы наноэлектроники (одноэлектроники).
10. Методы диагностики наноматериалов и наноструктур.
11. Низкоразмерные кремниевые среды.
12. Наноэлектронные приборы на основе квантово-размерных структур.
13. Базовые логические элементы квантовых компьютеров.
14. Проблемы современно нанобиоэлектроники.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора</i>				
1.	Задание закрытого типа	Что вы понимаете под идеальным кристаллом и идеальной поверхностью? А) Кристаллическое тело с регулярной структурой атомов, свободных от дефектов поверхности и внутренних дефектов структуры. Б) Тело, обладающее максимальной плотностью упаковки атомов. В) Кристалл, образованный единственным типом атомов без примесей. Г) Структура, свободная от поверхностных загрязнений, но содержащая внутренние дефекты.	А) Кристаллическое тело с регулярной структурой атомов, свободных от дефектов поверхности и внутренних дефектов структуры.	2
2.		Каковы принципиальные ограничения для традиционного подхода к управлению свойствами полупроводникового материала?	В) Трудности поддержания однородности свойств материала при уменьшении размеров	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>А) Ограниченность физических размеров элементов интегральных схем.</p> <p>Б) Невозможность точного контроля над примесями.</p> <p>В) Трудности поддержания однородности свойств материала при уменьшении размеров структур.</p> <p>Г) Сложность предсказания поведения материалов при высоких температурах.</p>	структур.	
3.		<p>Что понимают под эпитаксией?</p> <p>А) Процесс выращивания монокристалла на подложке другого типа материала.</p> <p>Б) Метод изготовления тонких пленок путем химического осаждения.</p> <p>В) Осаждение пленки, повторяющей структуру кристаллической решетки подложки.</p> <p>Г) Техника нанесения аморфных слоев на поверхность полупроводниковых пластин.</p>	В) Осаждение пленки, повторяющей структуру кристаллической решетки подложки.	2
4.		<p>Какова задача фотолитографии?</p> <p>А) Изготовление маски для защиты определенных участков полупроводниковой пластины.</p> <p>Б) Создание рельефа поверхности полупроводника посредством лазерного излучения.</p> <p>В) Формирование рисунка микросхемы на слое светочувствительного полимера (резиста).</p> <p>Г) Контроль качества полупроводниковых приборов методом оптического анализа.</p>	В) Формирование рисунка микросхемы на слое светочувствительного полимера (резиста).	2
5.		<p>Каковы преимущества перьевой нанолитографии?</p> <p>А) Высокая скорость процесса записи изображений.</p> <p>Б) Возможность одновременного формирования большого количества линий.</p> <p>В) Простота масштабирования</p>	Г) Высокое разрешение и возможность локального нанесения различных веществ.	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>процесса производства. Г) Высокое разрешение и возможность локального нанесения различных веществ.</p>		
6.	Задание открытого типа	<p>Почему широкое развитие нанотехнологий связывают с появлением сканирующего микроскопа?</p>	<p>Развитие нанотехнологий стало возможным благодаря появлению новых методов исследования и модификации объектов на уровне отдельных молекул и атомов. Одним из ключевых инструментов, позволивших сделать качественный скачок вперед, стал сканирующий микроскоп — устройство, способное визуализировать объекты размером порядка единиц нанометров. Этот инструмент позволяет ученым наблюдать и изучать поведение материи на таком малом масштабе, что открывает новые возможности для проектирования и конструирования уникальных материалов и устройств с заранее заданными характеристиками. Например, с помощью сканирующих туннельных микроскопов впервые была продемонстрирована возможность манипуляции отдельными атомами, открывая путь к созданию совершенно новой техники и технологий.</p>	10
7.		<p>Почему кремний является основным материалом современной</p>	<p>Кремний стал основой современных электронных</p>	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		микроэлектроники?	<p>компонентов по нескольким причинам: Кремний обладает уникальными физико-химическими свойствами, позволяющими создавать качественные электронные компоненты. Его полупроводниковые свойства обеспечивают оптимальную работу транзисторов и диодов.</p> <p>Технология обработки кремния хорошо развита и отработана промышленностью, позволяя массово производить высококачественные изделия с минимальными затратами.</p> <p>Хорошее качество интерфейсов между слоями оксида кремния SiO₂ и самим кремнием обеспечивает надежность и долговечность изделий.</p> <p>Широкая доступность исходного сырья и относительно низкая стоимость производства делают кремний экономически привлекательным решением для массового производства микросхем. Эти факторы сделали кремний практически незаменимым материалом в производстве большинства электронных компонентов современности.</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
8.		В чём состоит эффект размерного квантования?	<p>Эффект размерного квантования проявляется в поведении электронов в структурах малого размера, когда физические размеры устройства становятся сопоставимыми с длиной волны электрона. По законам квантовой механики энергия электрона становится квантуемой, то есть принимает лишь определённые значения, зависящие от геометрических характеристик среды. Это явление наблюдается, например, в наноструктурах, таких как квантовые точки, нити и слои. Эффект квантования сильно влияет на электрические характеристики системы, такие как проводимость и фотоэлектрические свойства. Именно этот эффект лежит в основе функционирования многих современных нанoeлектронных устройств, включая светодиоды, лазеры и датчики нового поколения.</p>	10
9.		Каковы преимущества магнетронного распыления по сравнению с термическими способами осаждения?	<p>Магнетронное распыление представляет собой метод физического осаждения тонкоплёночных покрытий, при котором материал мишени распыляется ионным пучком, направляемым магнитным полем. Основные преимущества метода перед</p>	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>традиционными термическими методами заключаются в следующем:</p> <p>Высокая точность управления толщиной покрытия и составом плёнки.</p> <p>Способность формировать равномерные многослойные структуры.</p> <p>Отличная адгезия полученных покрытий к различным материалам.</p> <p>Возможность напыления тугоплавких металлов и сложных соединений. Эти особенности позволяют применять магнетронное распыление для широкого спектра приложений, включая производство солнечных батарей, зеркал, защитных покрытий и функциональных слоёв в микроэлектронике.</p>	
10.		Что понимают под сверхпроводимостью?	<p>Сверхпроводимость — это физическое явление, наблюдаемое в некоторых материалах при понижении температуры ниже критической величины, при которой сопротивление электрического тока резко падает до нуля. То есть электрический ток может протекать бесконечно долго без потерь энергии на нагрев. Данное свойство было открыто в начале XX века голландским</p>	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>физиком Хеем Каммерлинг-Онессом и получило дальнейшее теоретическое обоснование в рамках теории БКШ (Бардена-Купера-Шриффера), объясняющей механизм образования куперовских пар электронов. Использование сверхпроводимости имеет огромное значение для науки и техники, обеспечивая создание мощных электромагнитов, чувствительных датчиков и высокопроизводительных вычислительных устройств будущего.</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</i>				
11.	Задание закрытого типа	<p>Каково происхождение термина «высокотемпературная сверхпроводимость»?</p> <p>А) Термин обозначает материалы, способные проводить электричество без сопротивления при температуре жидкого азота (~77 К).</p> <p>В) Термин описывает способность вещества сохранять сверхпроводящие свойства даже при комнатной температуре.</p> <p>С) Материал проводит электричество без сопротивления при высокой температуре окружающей среды (+100°C и выше).</p> <p>Д) Назван в честь известного физика Джона Темпертона,</p>	<p>А) Термин обозначает материалы, способные проводить электричество без сопротивления при температуре жидкого азота (~77 К).</p>	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		предложившего первую теорию сверхпроводимости.		
12.		<p>Каковы частоты и длины волн сверхвысокочастотного диапазона?</p> <p>А) Частоты 3–30 МГц, длина волн около 10 м.</p> <p>В) Частоты 30–300 МГц, длина волн около 1 метра.</p> <p>С) Частоты 300–3000 МГц, длина волн менее 1 дециметра.</p> <p>Д) Частоты свыше 3 ГГц, длина волн меньше сантиметра.</p>	Д) Частоты свыше 3 ГГц, длина волн меньше сантиметра.	2
13.		<p>Каков смысл термина «лазер»?</p> <p>А) Название устройства, производящего когерентное излучение света путём стимулированного испускания частиц.</p> <p>В) Аббревиатура, означающая Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation («усиление света вынужденным излучением»).</p> <p>С) Устройство, генерирующее световую энергию из электрических импульсов.</p> <p>Д) Система преобразования инфракрасного излучения в видимый спектр.</p>	В) Аббревиатура, означающая Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation («усиление света вынужденным излучением»).	2
14.		<p>Каковы основные преимущества сотовых систем телевидения?</p> <p>А) Возможность передачи сигналов через спутниковые каналы связи.</p> <p>В) Поддержка беспроводной трансляции сигнала с возможностью мобильного приёма телевизионных передач.</p> <p>С) Повышенная устойчивость сигнала к помехам, вызванным атмосферными явлениями.</p> <p>Д) Низкая себестоимость оборудования приёмных станций.</p>	В) Поддержка беспроводной трансляции сигнала с возможностью мобильного приёма телевизионных передач.	2
15.		<p>Что означает термин «экстремальная электроника»?</p> <p>А) Область исследований и разработок электронной аппаратуры, работающей в</p>	А) Область исследований и разработок электронной аппаратуры, работающей в	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>экстремальных условиях (температура, радиация, вибрации и др.).</p> <p>В) Направление развития миниатюризации электронных устройств до уровня наномасштабов.</p> <p>С) Отрасль, занимающаяся разработкой бытовой электроники повышенной надёжности.</p> <p>Д) Раздел физики, исследующий необычные формы электропроводящих материалов.</p>	<p>экстремальных условиях (температура, радиация, вибрации и др.).</p>	
16.	Задание открытого типа	<p>Какие устройства реально создаются на основе карбида кремния?</p>	<p>Карбид кремния (SiC) - перспективный материал для создания мощной и высокотемпературной электроники. Благодаря своей способности выдерживать высокие рабочие температуры, большие напряжения и сильные механические нагрузки, карбид кремния используется для разработки ряда высокотехнологичных устройств:</p> <p>Силовая электроника: мощные преобразователи электроэнергии, тиристоры, IGBT-транзисторы и выпрямители.</p> <p>Микроволновые приборы: усилители мощности, работающие на частотах СВЧ-диапазона.</p> <p>Датчики и сенсоры: термодатчики, химические сенсоры и детекторы радиационного</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>фона. Светодиодные технологии: высокоэффективные белые и синие светодиоды, используемые в осветительной технике. Солнечные элементы: использование в качестве альтернативного материала для повышения эффективности и устойчивости солнечных панелей. Таким образом, применение карбида кремния охватывает широкий спектр отраслей промышленности, связанных с энергетикой, обороной, медициной и телекоммуникациями.</p>	
17.		<p>Каковы преимущества графена как возможного материала для создания транзистора?</p>	<p>Графен привлекает внимание исследователей и инженеров благодаря ряду преимуществ, делающих его потенциально превосходящим традиционные материалы, такие как кремний: Уникально высокая подвижность электронов (около 200 тыс. см²/(В·с)), что повышает быстродействие транзисторов. Высокая теплопроводность</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>(более 5000 Вт/м·К), обеспечивающая эффективное рассеивание тепла и повышение стабильности работы.</p> <p>Прочность и гибкость, позволяющие создавать ультратонкие и компактные конструкции, устойчивые к механическим повреждениям.</p> <p>Отсутствие запрещённой зоны в чистом виде, что делает графен интересным кандидатом для построения переходов и контактных зон в гибридных устройствах.</p> <p>Однако, несмотря на очевидные достоинства, графену пока не хватает важной характеристики для эффективного применения в транзисторах — наличия энергетической щели, необходимой для выключения/включения электронного потока.</p> <p>Решением данной проблемы являются различные подходы, включая легирование, создание гетероструктур и модификацию поверхности.</p>	
18.		Какова природа уровней Тамма?	Уровни Тамма возникают на границах раздела двух сред с различными показателями преломления или в областях	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>периодических потенциалов. Их существование связано с эффектом локализации волнового вектора вблизи границы, обусловленной нарушением симметрии решётки и изменением характера движения электронов в зоне разрешенных состояний.</p> <p>Термином "уровень Тамма" называют состояния, локализованные внутри запрещённых зон полупроводников, возникающие вследствие особенностей взаимодействия волновой функции электрона с границами кристаллов или дефектами. Они играют важную роль в работе низкоразмерных структур, таких как квантовые ямы, проволоки и точки, определяя характер переноса заряда и спектральные свойства материалов.</p> <p>Например, уровни Тамма наблюдаются в области перехода металл-полупроводник или полупроводник-полуизолятор, оказывая влияние на барьерные эффекты и туннелирование электронов. Они также используются для описания резонансных</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			явлений в металлах и полупроводниках, а также эффектов локальной эмиссии электронов из твёрдых тел.	
19.		Каковы современные методы получения структур с атомными кластерами?	<p>Современные методики синтеза структур с атомными кластерами представляют собой комплекс подходов, направленных на получение строго упорядоченных ансамблей атомов, отличающихся размерами и конфигурацией.</p> <p>Наиболее распространёнными методами являются следующие:</p> <p>Газофазное конденсационное испарение: процесс включает контролируемое охлаждение газовой смеси с последующим формированием небольших агломератов атомов и молекул.</p> <p>Лазерная абляция: воздействие мощным лазерным лучом на мишень вызывает её испарение и образование облака плазмы, из которого формируются кластеры.</p> <p>Химический синтез: процессы самосборки и коллоидные реакции приводят к образованию стабильных молекулярных</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>комплексов и нанокластеров. Физико-химическая обработка поверхностей: нанесение металлических или органических покрытий, приводящее к формированию регулярных массивов атомных кластеров. Каждый из указанных методов позволяет получать уникальные типы структур, подходящие для конкретных применений в науке и технике. Так, газофазные и лазерные методы чаще всего используют для создания чистых металлических кластеров, тогда как химический синтез даёт доступ к широкому классу органических и биосовместимых материалов.</p>	
20.		<p>Что представляет собой механизм роста «статистическое осаждение»?</p>	<p>Механизм статистического осаждения предполагает случайное распределение и оседание атомов или молекул на поверхности растущего кристалла. Данный процесс характеризуется отсутствием какой-либо строгой закономерности в распределении поступающего материала, что приводит к</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>неравномерному росту и неоднородностям структуры.</p> <p>Причина появления подобного механизма связана с диффузионными ограничениями, влиянием флуктуаций концентрации реагентов и взаимодействием активных центров роста. Особенно часто такое явление встречается при выращивании тонких плёнок и эпитаксиальном наращивании, когда невозможно обеспечить идеальный контроль условий роста и полного согласования решёток подложки и наносимого материала.</p> <p>Несмотря на недостатки, связанные с нерегулярностью и недостаточной воспроизводимостью результатов, статистическое осаждение находит своё применение в ряде областей, таких как подготовка образцов для научных исследований, изготовление композитных материалов и покрытие деталей сложной геометрии.</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК-2 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию</i>				
21.	Задание закрытого типа	<p>Что понимают под законом Мура?</p> <p>А) Количество транзисторов на чипе удваивается каждые два года.</p> <p>Б) Стоимость полупроводниковых приборов снижается вдвое каждые три года.</p> <p>В) Скорость компьютеров увеличивается в четыре раза каждые пять лет.</p> <p>Г) Объем памяти возрастает экспоненциально ежегодно.</p>	А) Количество транзисторов на чипе удваивается каждые два года.	2
22.		<p>Почему обработка электронным лучом ведётся в высоком вакууме?</p> <p>А) Электронный луч лучше фокусируется в среде с низким давлением газа.</p> <p>Б) Воздух поглощает значительную долю энергии электронного луча.</p> <p>В) Вакуум увеличивает мощность обрабатываемого инструмента.</p> <p>Г) Уменьшается вероятность загрязнения обработанной поверхности.</p>	А) Электронный луч лучше фокусируется в среде с низким давлением газа.	2
23.		<p>В чём состоит эксперимент по наблюдению магнитного эффекта Ааронова-Бома?</p> <p>А) Эксперимент показывает зависимость скорости электронов от напряжённости внешнего поля.</p> <p>Б) Демонстрирует изменение траектории электронов в результате воздействия слабых магнитных полей.</p> <p>В) Показывает изменение фазы волновой функции электронов при прохождении сквозь область с ненулевым векторным потенциалом.</p> <p>Г) Подтверждает наличие силовых линий магнитного поля вне соленоида.</p>	В) Показывает изменение фазы волновой функции электронов при прохождении сквозь область с ненулевым векторным потенциалом.	2
24.		Сравните теплопроводности монокристаллического и	А) Теплопроводность монокристаллического	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>пористого кремния.</p> <p>А) Теплопроводность монокристаллического кремния значительно выше, чем у пористого.</p> <p>Б) Пористый кремний обладает большей теплопроводностью ввиду развитой внутренней структуры.</p> <p>В) Оба материала имеют примерно одинаковую теплопроводность.</p> <p>Г) Теплопроводность зависит исключительно от чистоты кремния.</p>	<p>кремния значительно выше, чем у пористого.</p>	
25.		<p>Что понимают под самоорганизацией, каков природный процесс самоорганизации твердотельных наноструктур?</p> <p>А) Самостоятельное формирование упорядоченных структур из хаотично расположенных атомов и молекул.</p> <p>Б) Феномен возникновения макроскопически организованных образований в живой природе.</p> <p>В) Автоматизированный технологический процесс сборки молекул и атомов.</p> <p>Г) Механизм разделения фаз в твердых растворах.</p>	<p>А) Самостоятельное формирование упорядоченных структур из хаотично расположенных атомов и молекул.</p>	2
26.	Задание открытого типа	<p>Какой алгоритм сортировки считается наиболее эффективным для больших объёмов данных, и почему именно он применяется в большинстве современных библиотек программирования?</p>	<p>Наиболее эффективными считаются алгоритмы быстрой сортировки (QuickSort) и сортировка слиянием (Merge Sort). QuickSort работает быстрее для средних и крупных наборов данных благодаря лучшей производительности в среднем случае $O(n \log n)$. Merge Sort гарантирует такую же</p>	20

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			асимптотику, но требует больше дополнительной памяти, что снижает его производительность на практике. Таким образом, большинство современных библиотек предпочитает QuickSort из-за оптимального баланса между скоростью и потребляемой памятью.	
27.		Опишите принцип работы пузырьковой сортировки (Bubble Sort) и поясните, почему этот алгоритм неэффективен для больших наборов данных.	Алгоритм пузырьковой сортировки заключается в последовательном сравнении соседних элементов массива и обмене местами тех, которые расположены неправильно. После каждого прохода самый большой элемент перемещается в конец списка. Такой процесс продолжается до полной сортировки массива. Алгоритм неэффективен для больших объемов данных, поскольку его временная сложность составляет $O(n^2)$, что делает его крайне медленным при увеличении числа элементов.	20
28.		Объясните понятие рекурсии и приведите пример простой рекурсивной функции на Python, реализующей вычисление факториала числа.	Рекурсия — это метод, при котором функция вызывает сама себя для решения части поставленной задачи. Пример реализации рекурсивной функции	20

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>для вычисления факториала в Python выглядит следующим образом:</p> <pre>def factorial(n): if n == 0 or n == 1: return 1 else: return n * factorial(n-1)</pre> <p>Эта функция последовательно уменьшает входное число, вызывая саму себя, пока не достигнет базового случая ($n = 0$ или $n = 1$), возвращая произведение всех чисел от 1 до указанного аргумента.</p>	
29.		<p>Напишите программу на языке Python, выводящую простое численное решение уравнения вида $y' = x + y$, используя метод Эйлера с начальным условием $y(0) = 1$ и шагом $h = 0.1$.</p>	<p>Метод Эйлера основан на приближённом вычислении следующего шага интегрирования дифференциального уравнения. Вот реализация программы на Python:</p> <pre>import numpy as np # Начальное условие y0 = 1 h = 0.1 x_values = np.arange(0, 1 + h, h) y_values = [] current_y = y0 for x in x_values[:-1]: next_y = current_y + h * (x + current_y) y_values.append(next_y) current_y = next_y print("Значения x:", x_values) print("Вычисленные</pre>	20

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>значения <code>y:</code>", <code>y_values</code>)</p> <p>Программа выводит таблицу значений переменных <code>x</code> и соответствующие ей приближённые значения <code>y</code>, полученные методом Эйлера.</p>	
30.		<p>Опишите основные этапы написания программы для решения линейной системы уравнений методом Гаусса-Жордана на примере системы трёх уравнений с тремя неизвестными.</p>	<p>Решение линейной системы методом Гаусса-Жордана включает следующие шаги:</p> <p>Преобразование матрицы коэффициентов и столбца свободных членов в расширенную матрицу.</p> <p>Применение элементарных операций строк (сложение, умножение строки на число, перестановка строк) для приведения матрицы к ступенчатому виду.</p> <p>Приведение полученной матрицы к диагональному виду ("единичной") путём дальнейших операций с коэффициентами.</p> <p>Получение решений системы из последней матрицы.</p> <p>Пример реализации на Python:</p> <pre>import numpy as np A = np.array([[2, 1, -1], [-3, -1, 2], [-2, 1, 2]]) b = np.array([8, -11, -3]) # Объединяем матрицу коэффициентов и столбец свободных</pre>	20

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<pre> членов AB = np.column_stack((A, b)) # Применяем метод Гаусса-Жордана rows, cols = AB.shape for i in range(rows): # Нормализация главной диагонали AB[i,:] /= AB[i,i] for j in range(i+1, rows): factor = AB[j,i] AB[j,:] -= factor * AB[i,:] # Обратная замена for k in reversed(range(i)): factor = AB[k,i] AB[k,:] -= factor * AB[i,:] solution = AB[:,-1] print("Решения системы уравнений:", solution) </pre> <p>Данная программа решает систему уравнений, находя точное решение, представленное значениями переменных x, y и z.</p>	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
3 семестр				
1.	Коллоквиум	1/20	20	
2.	Контрольная работа	1/10	10	
3.	Практические занятия	2/20	40	
4.	Технологические карты	1/20	20	
Всего			90	-
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях и своевременное выполнение заданий		4	
7.	Доклад по теме реферата		2	
	Итого		10	
Итого			100	

При передаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая передача – 5 баллов
- вторая передача – 10 баллов.

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	Зачтено
90–100	5 (отлично)	
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) познакомиться с которой можно по ссылке http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/АТТ00072.pdf.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Букина, Е. Я. Электроника и наноэлектроника : введение в направление : хрестоматия / сост. Е. Я. Букина, Р. Л. Горбунов, Н. А. Севостьянов, С. А. Харитонов. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 200 с. - ISBN 978-5-7782-3971-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778239715.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

2. Васильев, В. Ю. Современное производство изделий микроэлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-3907-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778239074.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

3. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие / В. И. Смирнов. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-1246-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972912469.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

4. Галочкин, В. А. Введение в нанотехнологии и наноэлектронику : учебное пособие / В. А. Галочкин. - 2-е изд. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-1338-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972913381.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

5. Белоус, А. И. Материалы и устройства наноэлектроники. Электроника после Мура / А. И. Белоус, В. А. Солодуха. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 564 с. - ISBN 978-5-9729-1045-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972910458.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

6. Светличный, А. М. Микро- и нанотехнологии на основе когерентных и некогерентных источников излучения : учебное пособие / А. М. Светличный, И. Л. Житяев. - Ростов н/Д : ЮФУ, 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-9275-3097-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927530977.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

7. Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника : Сборник задач и примеры их решения : учеб. пособие / Драгунов В. П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 50 с. - ISBN 978-5-7782-2615-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226159.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

8.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А. Н. Основы электроники : учебное пособие / А. Н. Игнатов, В. Л. Савиных, Н. Е. Фадеева. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 560 с. - ISBN 978-5-9729-1059-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972910595.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

2. Жигачев, А. О. Высокотехнологичная наноструктурная керамика на основе диоксида циркония / А. О. Жигачев, Ю. И. Головин, А. В. Умрихин, В. В. Коренков и др. Под общей редакцией Ю. И. Головина. Издание 2-е, испр. и доп. - Москва : Техносфера, 2020. - 370 с. - ISBN 978-5-94836-607-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948366074.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

3. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : учебное пособие / Васильев В. Ю. - Новосибирск : НГТУ, 2019. - 107 с. - ISBN 978-5-7782-3915-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778239159.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

4. Величко, А. А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур : учеб. пособие / Величко А. А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2534-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778225343.html> (дата обращения: 12.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru.

2. ZNANIUM.COM <http://znanium.com/>. Одновременный и неограниченный доступ ко всем книгам, входящим в пакеты, в любое время, из любого места посредством сети Интернет

3. Бесплатный образовательный ресурс «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов»: http://supermetalloved.narod.ru/lectures_materialoved.htm

4. Бесплатный образовательный ресурс для подготовки инженеров-машиностроителей: <http://www.materialscience.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изложении и изучении дисциплины используется следующее материально-техническое обеспечение:

- 1) действующее лабораторное оборудование;
- 2) атласы нормальных микроструктур металлов и сплавов
- 3) плакаты
- б) мультимедийное оборудование лекционных аудиторий.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных, лабораторных, практических работ.

Лекционные (интерактивные) занятия проходят в аудиториях главного корпуса, либо в других аудиториях, оснащенных необходимым мультимедийным оборудованием.

Дисциплина обеспечена необходимыми графическими иллюстрациями, презентациями, фрагментами фильмов, комплекты плакатов, наглядных пособий и демонстрационных программ.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с

ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).