



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

КГЭУ

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол № 7 от 24.03.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и
электроники

_____ Ившин И.В.

« 28 » октября _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Перспективные материалы электроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность(и) (профиль(и)) Промышленная электроника и микропро-
цессорная техника

Квалификация магистр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Программу разработал(и):

зав.каф., профессор, д.ф.-м.н. _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол №5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Промышленная электроника и светотехника, протокол № 5 от 27.10.2020

Зав. кафедрой _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора института Электроэнергетики и электроники _____
/Р.В, Ахметова/

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники
протокол № 4 от 28.10.2020

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ /А.В.Голенищев-Кутузов/

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Перспективные материалы электроники» является формирование знаний по классификации, назначению и применению материалов электронной техники, физической сущности процессов, определяющих свойства материалов, технологии получения и методов контроля их свойств.

Задачами дисциплины являются:

-изучение общих сведений о материалах, используемых в изделиях электроники и наноэлектроники;

-изучение физических основ применения диэлектрических. полупроводниковых материалов, их строение и электронные процессы;

-приобретение знаний по возможному применению диэлектриков и полупроводников в качестве датчиков, активных элементов для генерации и преобразования электрических и оптических полей.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники, а также смежных областей науки и техники	ПК-1.1 Проводит анализ современного состояния и перспектив развития промышленной электроники и микропроцессорной техники	<i>Знать:</i> Современное состояние и перспективы развития материалов электроники; физические свойства современных и перспективных материалов электроники. <i>Уметь:</i> Анализировать современное состояние и перспективы развития электронного материаловедения <i>Владеть:</i> Навыками анализа современного состояния электронного материаловедения и перспектив его развития.

ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники, а также смежных областей науки и техники	ПК-1.2 Формулирует цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники	<p><i>Знать:</i> Цели и задачи научных исследований в области электронного материаловедения.</p> <p><i>Уметь:</i> Формулировать цели и задачи научных исследований в области электронного материаловедения в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники;</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками выбора материалов для создания конкретных электронных устройств в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники.</p>
	ПК-1.3 Выбирает теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач промышленной электроники и микропроцессорной техники	<p><i>Знать:</i> Теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения</p> <p><i>Уметь:</i> Выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства научных исследований в области электронного материаловедения</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств исследования материалов электроники</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Перспективные материалы электроники относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-2		Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)

УК-3		Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)
УК-6		Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)
ОПК-3		Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)
ОПК-4		Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)
ОПК-4	Микропроцессорная обработка данных в устройствах электроники	
ПК-1	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
ПК-2		Методы и средства контроля параметров материалов электроники и нанoeлектроники
ПК-3		Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров Проектирование и разработка интеллектуальных силовых модулей
ПК-3	Разработка акустоэлектронных устройств	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

1. основные физические законы в области электричества и магнетизма;
2. основные понятия теории математического моделирования, методы решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники,
3. параметры, характеристики и методы моделирования полупроводниковых приборов и устройств.

Уметь:

1. решать системы линейных алгебраических уравнений, решать задачи с применением дифференциального и интегрального исчисления;
2. решать задачи анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники;
3. пользоваться методами сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники.

Владеть:

1. терминологией в области аналоговой электроники;
2. информацией об электрических параметрах электронных устройств;
3. навыками решения задач анализа и расчета электрических цепей и базовых схем, используемых в устройствах современной электроники;
4. опытом сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по приборам и устройствам современной электроники.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 часа, контроль самостоятельной работы (КСР) 2 часа. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 2.9 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации					
Раздел 1. Общие сведения о материалах электронной техники. Физические свойства и основные понятия.													

1. Структура твердых тел. Фазовые переходы.	2	2	4			9				15	ПК-1.1 -31, ПК-1.3 -У1	Л2.1, Л2.2, Л1.1, Л2.3	пз РФр		15
Раздел 2. Физические свойства диэлектриков. Электропроводность, поляризация, электрическая прочность,															
2. Взаимосвязь электрических, упругих термических эффектов в диэлектриках.	2	2	4			9				15	ПК-1.2 -В1, ПК-1.1 -У1, ПК-1.3 -31	Л1.1, Л2.3, Л2.2	пз РФр		15
Раздел 3. Полярные диэлектрические материалы. Основные понятия.															
3. Пироэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты.	2	2	4			9	2			17	ПК-1.1 -31, ПК-1.2 -31, ПК-1.1 -В1, ПК-1.2 -У1	Л1.1, Л2.2, Л2.3, Л2.1	пз МП		15
Раздел 4. Оптические свойства полупроводников															
4. Фотоэлектрические эффекты. Фотоактивные материалы.	2	2	4			9				17	ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -В1, ПК-1.1 -У1	Л1.1, Л2.1	пз МП		15
Раздел 5. Промежуточная аттестация															
5. Подготовка к экзамену	2					8			1	9	ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -В1, ПК-1.1 -31, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -В1, ПК-1.3 -У1	Л1.1, Л2.1, Л2.2, Л2.3		экзамен	40
ИТОГО		8	16			44	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Различные физические свойства материалов, применяемых в электронных устройствах.	2
2	Электрическая прочность диэлектриков и диэлектрические потери.	2
3	Физические свойства пьезоэлектриков, сегнетоэлектриков и их применение.	2
4	Материалы, используемые в фотоэлектронике.	2
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Различные виды связей. Зонная структура.	4
2	Пассивные диэлектрические материалы. Пьезоэлектрический эффект и электрострикция.	4
3	Преобразователи колебаний и сигналов. Электреты и их разновидности.	4
4	Пропускающие и поглощающие элементы оптических систем.	4
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Решение задач	Изучение свойств диэлектриков и полупроводников.	9
2	Подготовка презентации.	Применение пьезоэлектриков	9
3	Решение задач	Изучение материалов и устройств фотоэнергетики.	9
4	Подготовка к презентации	Сбор и изучение теоретического материала.	9
5	Подготовка к экзамену	Самостоятельное изучение пройденного материала.	8
Всего			44

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Перспективные материалы электроники» по образовательной программе «Промышленная электроника и микропроцессорная техника» направления подготовки магистров 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, UR;
- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение)	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач

опытом)	базовые навыки, имеют место грубые ошибки	стандартных задач с некоторыми недочетами	некоторыми недочетами	без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать	Хорошо знает современное состояние и перспективы развития материалов электроники;	Знает современное состояние, но плохо представляет перспективы развития материалов электроники;	Знает современное состояние, но не знает перспективы развития материалов электроники;	Не знает современное состояние и не представляет перспективы развития материалов электроники;
		Уметь				

	Анализировать современное состояние и перспективы развития электронного материаловедения	Умеет грамотно проводить анализ современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения	Умеет проводить анализ современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения	Умеет проводить анализ современного состояния. но не видит перспектив развития электронного материаловедения	Не умеет проводить анализ современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения
Владеть					
	Навыками анализа современного состояния электронного материаловедения и перспектив его развития.	В совершенстве владеет методами анализа современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения	Владеет методами анализа современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения	Не достаточно хорошо владеет методами анализа современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения	Не владеет методами анализа современного состояния и перспектив развития электронного материаловедения
Знать					
ПК-1.2	Цели и задачи научных исследований в области электронного материаловедения	Хорошо знает формулировки целей и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития электронного материаловедения	Может формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития электронного материаловедения	Может формулировать цели, но не знает задач научных исследований в соответствии с перспективами развития электронного материаловедения	Не знает формулировок целей и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития электронного материаловедения
Уметь					

		<p>Формулировать цели и задачи научных исследований в области электронного материаловедения в соответствии перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники</p>	<p>Хорошо умеет формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники и подбирать материалы для обеспечения химической и механической совместимости всех компонентов</p>	<p>Умеет формулировать цели, но не задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники. а также подбирать материалы для обеспечения химической и механической совместимости всех компонентов</p>	<p>Плохо формулирует цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники, плохо умеет подбирать материалы для обеспечения химической и механической совместимости всех компонентов</p>	<p>Не умеет формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники</p>
<p>Владеть</p>						
		<p>Навыками выбора материалов для создания конкретных электронных устройств в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники.</p>	<p>Полностью владеет формулировкой целей и задач научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники,</p>	<p>Вполне владеет формулировкой целей и задач научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники,</p>	<p>плохо владеет формулировкой целей и задач научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники,</p>	<p>Не владеет формулировкой целей и задач научных исследований в соответствии с перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники</p>

ПК-1.3	Знать				
	Теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Знает, как выбрать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Знает, как выбрать теоретические, но плохо знает экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Плохо знает, как выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Не знает, как выбрать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения
	Уметь				
	Выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства научных исследований в области электронного материаловедения	Умеет правильно выбрать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Умеет выбрать теоретические и экспериментальные методы, но не достаточно хорошо средства решения задач в области электронного материаловедения	Плохо выбирает теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения	Не умеет выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения задач в области электронного материаловедения
	Владеть				

		Навыками выбора теоретических и экспериментальных методов и средств исследования материалов электроники	В полной мере владеет выбором теоретических и экспериментальных методов и средств исследования материалов электроники	Владеет выбором теоретических и экспериментальных методов и средства исследования материалов электроники	В недостаточной степени владеет выбором теоретических и экспериментальных методов и средств исследования материалов электроники	Не владеет выбором теоретических и экспериментальных методов и средств исследования материалов электроники
--	--	---	---	--	---	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Сорокин В. С., Антипов Б. Л., Лазарева Н. П.	Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики	учебник	СПб.: Лань	2015	https://e.lanbook.com/book/67462	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Пасынков В.В., Сорокин В.С.	Материалы электронной техники	учебник	СПб.: Лань	2004		19
2	Уланов В.А., Голенищев-Кутузов А.В.	Электрические и магнитные свойства металлов, полупроводников и диэлектриков	Учебное пособие	Казань: КГЭУ	2015	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/45эл.pdf	
3	Голенищев-Кутузов В.А., Голенищев-Кутузов А.В., Несмелова И.М.	Перспективные материалы и приемники излучения фотоэлектроники и фотоэнергетики	монография	Казань: КГЭУ	2013		7

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	База знаний для пользователей микросхем компании	https://startmilandr.ru/doku.php

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
3	Web of Science	https://webofknowledge.com/	https://webofknowledge.com/

4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
5	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
6	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
7	GreenFILE	www.greeninfoonline.com	www.greeninfoonline.com
8	IOP Journals-Institute of Physics	www.iop.org	www.iop.org
9	Nano	nano.nature.com	nano.nature.com
10	Nature	www.nature.com	www.nature.com
11	Scopus	www.scopus.com	www.scopus.com
12	Архив журналов РАН	https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3	https://www.elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3
13	Физика и техника полупроводников	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки приложений	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право.
5	SCIENCE INDEX	Информационно-аналитическая система	ООО "НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА" №359/2018 от 27.03.2018

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	30 посадочных мест, персональный компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес ; потолочное крепление для проектора, интерактивная доска; проектор, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная (2 шт.), акустическая система, усилитель-микшер для систем громкой связи, миникомпьютер, монитор, проектор, экран настенно-потолочный, микрофон
3	Самостоятельная работа	Читальный зал Компьютерный класс с выходом в Интернет	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.) моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран

4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор
5	Экзамен	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	30 посадочных мест, доска деревянная распашная, телевизор плазменный настен., учебно-методический стенд (5шт), учебный стенд (2 шт), камера IP
6	Контактные часы во время аттестации	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	30 посадочных мест, доска деревянная распашная, телевизор плазменный настен., учебно-методический стенд (5шт), учебный стенд (2 шт), камера IP

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru.

Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____
2. _____
3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Голенищев-Кутузов А.В.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Перспективные материалы электроники

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность(и) (профиль(и)) Промышленная электроника и микропроцес-
сорная техника

Квалификация магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Перспективные материалы электроники» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития промышленной электроники и микропроцессорной техники, а также смежных областей науки и техники

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: реферат, мультимедийная презентация, экзамен, практическое задание.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 2

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
1	Изучение свойств диэлектриков и полупроводников.	ПЗ Рфр	ПК-1.1 ПК-1.3	менее 8	8 - 10	10 - 13	13 - 15	
2	Применение пьезоэлектриков.	МП Рфр	ПК-1.1 ПК-1.3	менее 8	8 - 10	10 - 13	13 - 15	
3	Сбор и изучение теоретического материала.	ПЗ МП	ПК-1.1 ПК-1.2	менее 8	8 - 10	10 - 13	13 - 15	
4	Изучение материалов и устройств фотоэнергетики.	ПЗ МП	ПК-1.1 ПК-1.3	менее 8	8 - 10	10 - 13	13 - 15	

5	Самостоятельное изучение пройденного материала.	Экз	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	менее 22	23 - 29	30 - 34	35 - 40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой, краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов
Мультимедийная презентация (МП)	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Тематика презентаций
Экзамен (Экз)	Комплект вопросов и задач для сдачи промежуточной аттестации в форме экзамена	Вопросы для подготовки к экзамену. Задачи для решения
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Перспективные материалы электроники» производится при помощи следующих оценочных средств:

Темы рефератов:

1. Общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению.
2. Структура атомов. Виды химической связи. Особенности строения твердых тел.
3. Кристаллы. Дефекты в строении кристаллических тел. Динамика кристаллической решетки. Энергетические зоны в кристаллах.

4. Характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе.
5. Концентрация носителей в собственных и примесных полупроводниках.
6. Процессы переноса носителей заряда в полупроводниках, физическая природа электропроводности полупроводников. Неравновесные носители заряда. Электропроводность в сильных электрических полях.
7. Контактные явления в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. Электронно-дырочный и гетеропереходы. Электрический пробой. Эффект Холла. Германий, кремний, арсенид галлия, карбид кремния.
8. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники.
9. Основные физические процессы в диэлектриках и способы их описания.
10. Электропроводность диэлектриков. Фазовые переходы. Классификация диэлектриков по типам структур. Электрическая прочность и пробой. Электрическая поляризация и диэлектрические потери.
11. Основные уравнения пьезоэффекта и электрострикции.
12. Пьезопреобразователи энергии электрических сигналов. Полярные диэлектрики.
13. Электреты.
14. Пироэлектрики и их техническое применение. Нелинейные диэлектрики и их применение.
15. Электрооптические и акустооптические эффекты, их применение.
16. Диэлектрические среды для генерации когерентного излучения и преобразования частоты.

Требования по оформлению рефератов

1. Реферат выполняется на листах формата А4 в компьютерном варианте. Поля: верхнее, нижнее – 1,5 см, правое – 1,5 см, левое – 2,5 см, шрифт Times New Roman, размер шрифта – 14, интервал – 1,5, абзац – 1,25, выравнивание по ширине. Объем реферата 15-20 листов. Графики, рисунки, таблицы обязательно подписываются (графики и рисунки снизу, таблицы сверху).
2. Нумерация страниц обязательна. Номер страницы ставится в левом нижнем углу страницы. *Титульный лист*.
3. Готовая работа должна быть скреплена папкой скоросшивателем или с помощью дырокола. Работы в файлах, скрепленные канцелярскими скрепками приниматься не будут.
4. Рефераты сдаются преподавателю в указанный срок.
5. Реферат не будет зачтен в следующих случаях:

- а) при существенных нарушениях правил оформления (отсутствует содержание или список литературы, нет сносок, номеров страниц и т.д.);
- б) из-за серьезных недостатков в содержании работы (несоответствие структуры работы ее теме, неполное раскрытие темы, использование устаревшего фактического материала).
1. Возвращенный студенту реферат должен быть исправлен в соответствии с рекомендациями преподавателя.
 2. Студент, не получивший зачет по реферату, к экзамену или зачету не допускается.

При написании реферата необходимо следовать следующим правилам:

- Раскрытие темы реферата предполагает наличие нескольких источников (как минимум 4-5 публикаций, монографий, справочных изданий, учебных пособий) в качестве источника информации.
 - Подготовка к написанию реферата предполагает внимательное изучение каждого из источников информации и отбор информации непосредственно касающейся избранной темы. На этом этапе работы важно выделить существенную информацию, найти смысловые абзацы и ключевые слова, определить связи между ними.
 - **Содержание** реферата ограничивается 2-3 главами, которые подразделяются на параграфы (§§).
 - Сведение отобранной информации непосредственно в текст реферата, должно быть выстроено в соответствии с определенной логикой. Реферат состоит из трех частей: введения, основной части, заключения;
- а) **во введении** логичным будет обосновать выбор темы реферата.
- актуальность (почему выбрана данная тема, каким образом она связана с современностью?);
 - цель (должна соответствовать теме реферата);
 - задачи (способы достижения заданной цели), отображаются в названии параграфов работы;
 - историография (обозначить использованные источники с краткой аннотаций – какой именно источник (монография, публикация и т.п.), основное содержание в целом (1 абз.), что конкретно содержит источник по данной теме (2-3 предложения).
- б) **в основной части** дается характеристика и анализ темы реферата в целом, и далее – сжатое изложение выбранной информации в соответствии с поставленными задачами. В конце каждой главы должен делаться вывод (подвывод), который начинается словами: «Таким образом...», «Итак...», «Значит...», «В заключение главы отметим...», «Все сказанное позволяет сделать вывод...», «Подводя итог...» и т.д. Вывод содержит краткое заключение по §§ главы (объем 0,5 – 1 лист). В содержании не обозначается.
- в) **заключение** содержит те подвыводы по главам, которые даны в работе (1-1,5 листа). Однако прямая их переписка нежелательна; выгодно смотрится заключение, основанное на сравнении. Например, сравнение типов политических партий, систем, идеологий и др. Уместно высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему.
- **Список использованной литературы.** В списке указываются только те источники, на которые есть ссылка в основной части реферата. Ссылка в основном тексте оформляется двумя способами:

а) в квадратных скобках в самом тексте после фразы. [3, с. 52], где первая цифра № книги по списку использованной литературы, вторая цифра - № страницы с которой взята цитата.

б) в подстрочнике. Цитата выделяется кавычками, затем следует номер ссылки. Нумерация ссылок на каждой странице начинается заново. Например, «Цитата...»[1].

- Библиографическое описание книги в списке использованной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ, (фамилия, инициалы автора, название работы, город издания, издательство, год издания, общее количество страниц).
- При использовании материалов из сети ИНТЕРНЕТ необходимо оформить ссылку на использованный сайт.

Книга одного автора

Рузавин Г. И. Научная теория: Логико-методологический анализ.- М.: Мысль, 1978.- 237 с.

Книга двух, трех и более авторов

Планирование, организация и управление транспортным строительством/А. М. Коротаев, Т. А.Беляев [и др.]; под ред. А. М. Коротаева. – М.: Транспорт, 1999.- 276 с.

Сборник одного автора

Методологические проблемы современной науки / Сост. А. Т. Москаленко.-М.: Политиздат, 2006.- 295 с.

Сборник с коллективным автором

Непрерывное образование как педагогическая система: сб. науч.тр./ Научно-исслед. НИИ высшего образования/ Отв.ред. Н. Н. Нечаев.- М.: НИИВО, 1995.- 156 с.

Статья из газеты или журнала

Егорова Е. Портрет делового человека/ Е .Егорова //Деловой мир. – 1993.- № 6.- с. 12-13.

Темы презентаций

1. Поляризация диэлектриков. Электропроводность.
2. Пассивные диэлектрические материалы.
3. Пьезоэлектрические материалы. Применение пьезоэлектриков.
4. Пирозлектрики. Применение.
5. Сегнетоэлектрики. Применение.
6. Диэлектрические материалы для генерации оптического излучения.
7. Диэлектрические материалы для управления оптическими пучками.
8. Фотоэлектрические эффекты в полупроводниковых
9. Фотопроводимость. Механизмы рекомбинации.
10. Поглощающие активные материалы.
11. Пропускающие материалы.
12. Материалы, применяющиеся в приемниках излучения.

13. Материалы солнечной фотоэнергетики.

14. Магнитострикционные материалы.

Требования по оформлению презентаций

Оформление слайдов:

Стиль	Соблюдайте единый стиль оформления Избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации. Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).
Фон	Для фона предпочтительны холодные тона
Использование цвета	На одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста. Для фона и текста используйте контрастные цвета. Обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования). Таблица сочетаемости цветов в приложении.
Анимационные эффекты	Используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде. Не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

Представление информации:

Содержание информации	Используйте короткие слова и предложения. Минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных. Заголовки должны привлекать внимание аудитории.
Расположение информации на странице	Предпочтительно горизонтальное расположение информации. Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Если на слайде располагается картинка, надпись должна располагаться под ней.
Шрифты	Для заголовков – не менее 24. Для информации не менее 18. Шрифты без засечек легче читать с большого расстояния. Нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание.
Нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).

Способы выделения информации

Следует использовать:
рамки; границы, заливку;
штриховку, стрелки;
рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.

Объем информации

Не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений. Наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.

Виды слайдов

Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов:
с текстом;
с таблицами;
с диаграммами.

Примеры задач:

1. Найти положение уровня Ферми в собственном германии при 300 К, если известно, что ширина его запрещенной зоны $E_g = 0.665 \text{ эВ}$, а

эффективные массы плотности состояний для дырок валентной зоны и для электронов зоны проводимости соответственно равны $m_v = 0.388m_0$, $m_l = 0.55m_0$, где m_0 – масса свободного электрона.

2. Вычислить собственную концентрацию носителей зарядов в кремнии при 300К, если ширина его запрещенной зоны $E_g = 1.12 \text{ эВ}$, а эффективные массы плотности состояний $m_l = 1.05m_0$, $m_v = 0.56m_0$.

3. Вычислить отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей: а) в собственном германии; б) в германии р-типа с удельным сопротивлением 0.05 ом.м. Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2.1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0.39 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, подвижность дырок $\mu_p = 0.19 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.

эффективные массы плотности состояний для дырок валентной зоны и для электронов зоны проводимости соответственно равны $m_v = 0.388m_0$, $m_l = 0.55m_0$, где m_0 – масса свободного электрона.

4. Вычислить собственную концентрацию носителей зарядов в кремнии при 300К, если ширина его запрещенной зоны $E_g = 1.12\text{эВ}$, а эффективные массы плотности состояний $m_l = 1.05m_0$, $m_v = 0.56m_0$.

5. Вычислить отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей: а) в собственном германии; б) в германии р-типа с удельным сопротивлением 0.05 ом.м. Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2.1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0.39 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, подвижность дырок $\mu_p = 0.19 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.

6. Вычислить диффузионную длину электронов в германии при $T = 300 \text{ К}$, если время жизни электронов τ_n составляет 1мкс, подвижность электронов $\mu_n = 0.38 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.

7. В образце кремния р-типа при температуре 300 К время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5\text{мкс}$, их подвижность $\mu_p = 0.04 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$. В одну из плоскостей образца вводится и поддерживается постоянный во времени избыточная концентрация дырок $\Delta p = 10^{19} \text{ м}^{-3}$.

8. Определить время жизни τ_n и подвижность μ_n электронов в невырожденном германии при температуре 300 К, если диффузионная длина электронов $L_n = 1.5 \text{ мм}$, коэффициент диффузии $D_n = 9.8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 / \text{с}$.

Критерии оценивания результатов

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Выступление с презентацией	0-20
2	Подготовка реферата	0-20
3	Решение задач	0-20

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Вопросы для приема экзамена по дисциплине

Экзамен проводится в письменной форме, экзаменуемый получает билет в котором содержится два вопроса и задача.

1. Существует ли принципиальное различие между электронами проводимости в полупроводниках и свободными электронами в вакууме?

2. Объясните, какая из дырок обладает большей энергией: в центре валентной зоны или у ее потолка?

3. Установите взаимосвязь между донорным или акцепторным поведением примесей замещения в ковалентных полупроводниках и валентностью примесных атомов.

4. Что понимается под рассеянием носителей заряда в полупроводниках? Каковы основные механизмы этого явления?

5. Перечислите основные физические факторы, которые обуславливают нарушение закона Ома в полупроводниках при воздействии на них сильного электрического поля.

10. Назовите основные факторы, от которых зависят время жизни и диффузионная длина неравновесных носителей заряда.

11. Каков смысл уравнения непрерывности для потока носителей?

12. Каково влияние сильного электрического поля на поведение носителей заряда в полупроводнике?

13. Какие электронно-дырочные переходы называют симметричными, а какие несимметричными? Какие электронно-дырочные переходы называют резкими, а какие плавными?

14. Почему термодинамическая работа выхода для полупроводника n -типа меньше, чем для полупроводника p -типа?

15. Что такое инжекция и экстракция неосновных носителей заряда через электронно-дырочный переход?

16. Чем объясняется изгиб энергетических зон в приповерхностной области полупроводника?

17. Почему в p - n гетеропереходах инжекция основных носителей заряда происходит всегда из широкозонного в узкозонный полупроводник?

18. В чем отличие свойств p - n перехода и контакта металл - полупроводник с инверсным слоем?

19. Почему для изготовления большинства полупроводниковых материалов требуются монокристаллические материалы и не могут быть использованы поликристаллические образцы?

20. С какой целью производят выращивание эпитаксиальных слоев кремния на монокристаллических подложках при изготовлении интегральных схем?

21. Какие полупроводниковые материалы используются в виде люминофоров? Какие люминофоры находят применение в электронной технике?

22. Назовите основные факторы, влияющие на внешний квантовый выход люминесценции полупроводников типа $A^{III}B^V$. Почему светоизлучающие структуры создают только на основе эпитаксиальных слоев?

23. Что называют поляризацией диэлектрика?

24. Что такое пассивные и активные диэлектрические материалы? Чем отличаются требования к активным и пассивным диэлектрикам?
25. Какие существуют виды поляризации в электрическом поле?
26. Что такое спонтанная и остаточная поляризации?
27. Каковы механизмы электропроводности твердых диэлектриков? Как влияет температура на их удельную проводимость?
28. В каких единицах выражают удельное объемное и удельное поверхностное сопротивления диэлектриков? Их физическое различие.
29. Почему ударная ионизация молекул газа в сильном электрическом поле производится главным образом электронами, а не ионами?

Задачи для приема экзамена по дисциплине

1. Вычислить диффузионную длину электронов в германии при $T = 300 \text{ K}$, если время жизни электронов τ_n составляет 1 мкс , подвижность электронов $\mu_n = 0.38 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.
2. В образце кремния р-типа при температуре 300 K время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5 \text{ мкс}$, их подвижность $\mu_p = 0.04 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$. В одну из плоскостей образца вводится и поддерживается постоянный во времени избыточная концентрация дырок $\Delta p = 10^{19} \text{ м}^{-3}$.
3. Определить время жизни τ_n и подвижность μ_n электронов в невырожденном германии при температуре 300 K , если диффузионная длина электронов $L_n = 1.5 \text{ мм}$, коэффициент диффузии $D_n = 9.8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 / \text{с}$.
4. Вычислить коэффициенты диффузии электронов и дырок в невырожденных германии и кремнии при $T = 300 \text{ K}$, если подвижности электронов и дырок при этой температуре равны: в германии $\mu_n = 0.38 \text{ м}^2 / \text{В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, $\mu_p = 0.18 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$; в кремнии $\mu_n = 0.145 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$, $\mu_p = 0.05 \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$.
5. Найти положение уровня Ферми в собственном германии при 300 K , если известно, что ширина его запрещенной зоны $E_g = 0.665 \text{ эВ}$, а
6. Между пластинами плоского конденсатора безвоздушных промежутков зажат лист гетинакса толщиной $h = 1 \text{ мм}$. На конденсатор подано напряжение $U = 200 \text{ В}$. Определить поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора и на диэлектрике. Диэлектрическую проницаемость гетинакса принять равной шести.
7. При комнатной температуре тангенс угла диэлектрических потерь ультрафарфора $\text{tg} \delta_0 = 5 \cdot 10^{-4}$, а при повышении температуры до 100°C он возрастает в два раза. Чему равен $\text{tg} \delta$ этого материала при температуре 200°C ? Во сколько раз увеличится активная мощность, выделяющаяся в высокочастотном проходном изоляторе из этого материала,

при изменении температуры 20°C до 200°C ? Изменением диэлектрической проницаемости керамики пренебречь.

8. Тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ неполярного диэлектрика на частоте 50Гц равен 10^{-3} . Вычислить активную мощность рассеяния в конденсаторе из этого диэлектрика на частоте $f = 1\text{кГц}$ при напряженности 1кВ , если емкость конденсатора C равна 1000пФ .

9. Нормалью к вектору напряженности однородного электрического поля $E_0 = 100\text{Вм}^{-1}$ расположена пластина изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Определить: а) напряженность поля E и электрическую индукцию D внутри пластины; б) поляризованность диэлектрика P и поверхностную плотность связанных зарядов σ .

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Экзамен	0-40