



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

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

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Ившин И.В.

« 28 » октября \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и  
фотоники

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Квантовая оптическая электроника и фотоника

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Программу разработал(и):

доцент, к.п.н. \_\_\_\_\_ Закиева Р.Р.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика

Промышленная электроника и светотехника \_\_\_\_\_,

протокол № 5 от 27.10.2020 Заведующий кафедрой ПЭС А.В. Голенищев-Кутузов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры

Промышленная электроника и светотехника \_\_\_\_\_,

протокол № 5 от 27.10.2020 Заведующий кафедрой ПЭС А.В. Голенищев-Кутузов

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института ИЭЭ

протокол № 3 от 28.10.2020

зам. директора института ИЭЭ \_\_\_\_\_ Ахметова Р.В.

Программа принята решением Ученого совета института ИЭЭ

протокол № 4 от 28.10.2020

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины "Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники" является формирование у студентов знаний о назначении, физических принципах и методах выполнения основных технологических процессов производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.

Задачами дисциплины являются:

- освоение системы производства технологических процессов производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
- приобретение знаний и навыков составления маршрутных карт и технологических документаций для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.

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)
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
ПК-2 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства приборов квантовой оптической электроники и фотоники	ПК-2.1 Составляет маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники	<p><i>Знать:</i> Знать современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.</p> <p><i>Уметь:</i> Уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники, контролировать и корректировать работу работников.</p> <p><i>Владеть:</i> Владеть сведениями о технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, а также навыками работы с проектно-конструкторской и технической документацией.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-5		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-6		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-7		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
УК-8		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
ОПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
ОПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

ОПК-3		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
ОПК-4		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ
ПК-1	Конструирование устройств квантовой электроники и фотоники	
ПК-1		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ Производственная практика (преддипломная)
ПК-2		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ Производственная практика (преддипломная) Техническое обеспечение технологических процессов производства
ПК-2	Материалы для приборов фотоники и квантовой электроники	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- нормативные документы;
- современные средства выполнения и редактирования конструкторско-технологической документации.

Уметь:

- использовать нормативные документы в своей деятельности;
- использовать современные средства выполнения и редактирования конструкторско-технологической документации.

Владеть:

- навыками оформления сопроводительной документацией;
- навыками работы с современными средствами выполнения и редактирования конструкторско-технологической документации.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 85 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 48 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 96 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 8,5 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	85	85
Лекционные занятия (Лек)	32	32
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Практические занятия (Пр)	32	32
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	96	96
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	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	Сдача зачета / экзамена						Итого
Раздел 1. Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и требования к производству.															

1. Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и требования к производству.	8	12		8	0,5	12	1			34	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	Тест ОЛР		24
Раздел 2. Маршрутные карты и технологическая документация для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.															
2. Маршрутные карты и технологическая документация.	8	20		8	0,5	12	0,5			40	ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	Тест ОЛР		24
Раздел 3. Современные технологии производства изделий.															
3. Проведение отдельных операций процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.	8		32		1	12	0,5			44	ПК-2.1 -В1, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	Тест КНТР		12
Раздел 4. Промежуточная аттестация															
4. Экзамен	8					60			1	63	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -В1, ПК-2.1 -У1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	Вопросы	Экз.	40
<b>ИТОГО</b>		32	32	16	2	96	2	35	1	216					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Основные элементы и особенности технологии электронных приборов.	6
2	Общая характеристика различных технологических методов, используемых в производстве изделий квантовой оптической электроники и фотоники.	6
3	Виды и комплектность технологической документации.	4
4	Знакомство и работа с универсальным технологическим справочником.	4
5	Основы и методы разработки маршрутных карт.	6
6	Методы расчета нормы времени на разработку технологической документации.	6
	<b>Всего</b>	<b>32</b>

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Технология полупроводниковых подложек.	4
2	Технология термического окисления кремния.	4
3	Технология диффузионного и ионного легирования.	4
4	Технология получения слоев методом химического осаждения.	4
5	Технология получения тонких металлических пленок.	4
6	Технология фотолитографии.	4
7	Технология травления структурных слоев.	4
8	Технология сборки полупроводниковых приборов и интегральных схем.	4
Всего		32

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Эксплуатация и сервисное обслуживание технологического оборудования.	8
2	Работа с документами по учету и хранению в Microsoft Office Word.	8
Всего		16

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала	Система нормирующих параметров, определяющих показатели качества. Методы контроля качества.	10
2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы № 1	2
3	Изучение теоретического материала	Работа с универсальным технологическим справочником.	10
4	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы №2	2
5	Выполнение теста	Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем.	12
6	Изучение теоретического материала	Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники	60
Всего			96



#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники» по образовательной программе «Квантовая оптическая электроника и фотоника» направления подготовки бакалавров 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle;
- 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.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: защиты лабораторных работ; контрольные работы и др. заданий, выполненных индивидуально или группой обучающихся; проведение тестирования (письменное или компьютерное), контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме) и др.

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (экзамен) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. На экзамен выносятся теоретические и практические задания, проработанные в течение семестра на учебных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся.

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 грубые ошибки	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 опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач 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-2	ПК-2.1	Знать				
		Знать современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.	Знает современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, допускает ошибок.	Знает современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, при ответе может допустить несколько грубых ошибок.	Плохо знает современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
Уметь						

		<p>Уметь составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.</p>	<p>Демонстрирует умение составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники, не допускает ошибок.</p>	<p>Демонстрирует умение составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники, допускает при этом ряд небольших ошибок.</p>	<p>Частично демонстрирует умение составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники, допускает множество мелких ошибок.</p>	<p>Не сформировано умение составлять маршрутные карты и технологическую документацию для проведения отдельных операций и процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники, допускает грубые ошибки.</p>
		<p>Владеть сведениями о технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, а также навыками работы с проектно-конструкторской и технической документацией.</p>	<p>Продемонстрированы навыки работы с проектно-конструкторской и технической документацией без ошибок и недочетов.</p>	<p>Продемонстрированы навыки работы с проектно-конструкторской и технической документацией без ошибок и недочетов, допущены ряд мелких ошибок.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки.</p>
		<p>Владеть</p>				
		<p>Владеть сведениями о технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники, а также навыками работы с проектно-конструкторской и технической документацией.</p>	<p>Продемонстрированы навыки работы с проектно-конструкторской и технической документацией, без ошибок и недочетов.</p>	<p>Продемонстрированы навыки работы с проектно-конструкторской и технической документацией без ошибок и недочетов, допущены ряд мелких ошибок.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, много ошибок.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки.</p>

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	Жаворонков М. А., Кузин А. В.	Электротехника и электроника	учебное пособие для студентов технических отделений гуманитарных вузов и вузов неэлектротехнического профиля	М.: Академия	2013		9
2	Полуянович Н. К.	Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий	учебное пособие	СПб.: Лань	2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/112060">https://e.lanbook.com/book/112060</a>	
3	Кобелев А. Г., Шаронов М. А., Кобелев О. А., Шаронова В. П.	Материаловедение. Технология композиционных материалов	учебник	М.: Кнорус	2019	<a href="https://www.book.ru/book/931155">https://www.book.ru/book/931155</a>	

#### 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	Киреева Э. А., Шерстнев С. Н., Шерстнев С. Н.	Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов)	справочное издание	М.: Кнорус	2012		41
2	Марков Н. Н., Ганевский Г. М.	Конструкция, расчет и эксплуатация контрольно-измерительных инструментов и приборов	учебник для техникумов	М.: Машиностроение	1993		5

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	<u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>	

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	1
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	2
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	3
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	4
5	Образовательный портал	<a href="http://www.uceba.com">http://www.uceba.com</a>	5

## 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	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно

## 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	Самостоятельная работа	Читальный зал	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
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	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория автоматизированного анализа электронных схем. Дисплейный класс» Компьютерный класс с выходом в Интернет	компьютер (16 шт.), коммутационный шкаф для усилителя-микшера с установкой Веллес, интерактивная доска, проектор

4	Экзамен	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	проектор, экран, компьютер в комплекте с монитором, стенды: ЭС - 23 "Исследование схем решающих усилителей (2 шт.), "Однокаскадный усилитель, ЦЦАП и АЦП, "Узкополосный резонансный усилитель", "Транзисторный ключ", "Генератор пилообразного напряжения", "Мощные усилительные каскады", "Одновибраторы", "Амплитудная модуляция гармонических сигналов и детектирования амплитудно-модулируемого сигнала", "Схемы типовых генераторов", "Усилительные каскады на биполярном транзисторе", "Исследование работы активных и пассивных фильтров", "Измерение амплитудно-частотных характеристик фильтра на поверхностных акустических волнах", фотоколориметр КФК-3-01 (2 шт.), лабораторный стенд КС-11 (3 шт.), генератор, осциллограф
5	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	доска аудиторная, телевизор, стенды: "Изучение характеристик и параметров полевого транзистора с управляющим р-п переходом", "Изучение характеристик и модулей полупроводниковых диодов", "МДП транзистор", "Исследование термоэлектронной эмиссии", "Изучение статических характеристик и параметров биполярного транзистора", "Исследование параметров МОП структур методом ВФХ", "Исследование тиристоров", "Схемотехника" (Звенья обратной связи; Операционные усилители; Модуль измерений; Функциональный генератор; Схемотехника элементов ТТЛ; Фильтры; Компаратор; Стабилизаторы напряжения; Транзисторный усилитель; Мультивибраторы и таймеры), компьютер в комплекте с монитором, камера



6	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
7	Консультации	Учебная аудитория для проведения индивидуальных консультаций	осциллограф, вольтметр универсальный, генератор сигналов низкочастотный, лабораторный стенд для измерения сигналов с датчиков SCXI (2 шт.), цифровой цветной осциллограф OWON (2шт.), лабораторные стенды: "ЭС-23 Исследование схем решающих усилителей", "Магнитный усилитель", ЭС-4 Биполярный транзистор", "Исследование характеристик магнитных сердечников", "Двух магнитный преобразователь"

## 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](http://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.

## 9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

*Профессионально-трудовое воспитание:*

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

*Экологическое воспитание:*

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (стр. 19 - 20).

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «15» июня 2021 г., протокол № 15                                  Зав. кафедрой А.В. Голенищев-Кутузов

Программа одобрена методическим советом института ИЭЭ  
«22» июня 2021 г., протокол № 11.

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**

Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и  
фотоники

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Квантовая оптическая электроника и фотоника

Квалификация

бакалавр

Оценочные материалы по дисциплине «Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства приборов квантовой оптической электроники и фотоники

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: тест, отчет по лабораторной работе, контрольная работа, экзамен.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 8 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 8

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	Система нормирующих параметров, определяющих показатели качества. Методы контроля качества.	Тест	ПК-2.1	менее 4	4 - 7	7 - 10	10 - 12
1	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	ОЛР	ПК-2.1	менее 5	5 - 8	8 - 10	10 - 12
2	Работа с универсальным технологическим справочником.	КнТР	ПК-2.1	менее 4	4 - 7	7 - 10	10 - 12

2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	ОЛР	ПК-2.1	менее 6	6 - 9	9 - 9	9 - 12
3	Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем.	Тест	ПК-2.1	менее 6	6 - 7	7 - 10	10 - 12
4	Подготовка к экзамену.	Экз.	ПК-2.1	менее 29	30 - 31	32 - 35	36 - 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
тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	тест из вопросов различной сложности
отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету.	отчет по лабораторной работе
контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	контрольная работа
экзамен (Экз.)	Комплект вопросов и задач для сдачи промежуточной аттестации в форме экзамена.	вопросы к экзамену

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники» производится при помощи следующих оценочных средств:

### Требования по оформлению лабораторных работ

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.



Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Оборудование (приборы, используемые в лабораторной работе);
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов приборов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

В разделе «Оборудование» необходимо описать, с помощью каких приборов и каким образом проводилось исследование.

Рисунки, блок-схемы установок, описание технологии и её особенностей, необходимость предварительных измерений (градуировка, настройка и т.п.) – все это должно быть представлено в указанном разделе.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы, снимки экранов приборов. Для построения графиков можно использовать миллиметровую бумагу. На графиках обязательно должны быть указаны масштабы по осям, начало отсчета, размерности и обозначения физических величин, откладываемых по осям. Экспериментальные точки на графиках должны быть заметны, четко выделены. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

## Примеры тестовых заданий

### Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники

Вопрос 1

Пока нет ответа.

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Ученый, которому принадлежит приоритет в разработке метода нанесения металлических покрытий на предметы:

Выберите один ответ:

- а. русский инженер-электротехник М. О. Доливо-Добровольский
- б. русский ученый академик В. В. Петров
- с. русский ученый академик Б. С. Якоби
- д. англичанин Х. Деви

### Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники

Вопрос 2

Пока нет ответа.

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Формула, определяющая класс точности электросомерительного прибора, имеет вид:

Выберите один ответ:

- а.  $k = \frac{\Delta a}{a_n} 100\%$
- б.  $k = \frac{a_n}{\Delta a} 100\%$
- с.  $k = \frac{0,5 \cdot \Delta a}{a_n} 100\%$
- д.  $k = \frac{\Delta a \cdot a_n}{100\%}$

### Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники

[В начало](#) > [Курсы](#) > [Разработка](#) > [СТ КЭиФ](#) > [Тема 1](#) > [Тест 1](#) > [Просмотр](#)

Вопрос 3

Пока нет ответа.

Балл: 1,00

Отметить вопрос

Редактировать вопрос

Законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на одном рабочем месте, называется следующим образом:

Выберите один ответ:

- а. технологический переход
- б. технологическая операция
- с. технологический процесс

# Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники

**Вопрос 4**  
Пока нет ответа  
Балл: 1,00  
Отметить вопрос  
Редактировать вопрос

Какой вид технологического процесса разрабатывается для совместного изготовления или ремонта групп изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками:

Ответ:

# Современные технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники

**Вопрос 5**  
Пока нет ответа  
Балл: 1,00  
Отметить вопрос  
Редактировать вопрос

Соотнесите утверждения:

Документ предназначен для описания технологических процессов, методов и приемов, повторяющихся при изготовлении или ремонте изделий (составных частей изделий), правил эксплуатации средств технологического оснащения. Применяется в целях сокращения объема разрабатываемой технологической документации

Документ предназначен для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса, или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах.

Документ предназначен для операционного описания технологического процесса изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) в технологической последовательности по всем операциям одного вида формообразования, обработки, сборки или ремонта, с указанием переходов, технологических режимов и данных о средствах технологического оснащения, материальных и трудовых затратах.

Выберите...  
Маршрутная карта  
Карта технологического процесса  
Технологическая инструкция

Выберите...

Выберите...

## Примеры задач для выполнения контрольной работы

После рассмотрения на лекционных занятиях основных тем, студенту предлагается выполнить задание, представленное в виде задач определенного типа по теме или разделу.

1. Определить сопротивление медных проводов телефонной линии длиной  $l = 28,5$  км, диаметром провода  $d = 4$  мм при температуре  $20$  °С.

2. Определить сопротивление медного проводника диаметром  $d = 5$  мм, длиной  $l = 57$  км при  $t = 40$  °С.

3. По медному проводу сечением  $0,3$  мм<sup>2</sup> течет ток  $0,3$  А. Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. Удельное сопротивление меди  $17$  мОм · м.

4. Плотность электрического поля в алюминиевом проводе равна  $5$  А/см<sup>2</sup>. Определить удельную тепловую мощность тока, если удельное сопротивление алюминия  $26$  мОм · м.

5. На изготовление катушки израсходовано  $200$  м медного провода диаметром  $0,5$  мм. На какое постоянное напряжение можно включать эту катушку, если допустимая плотность тока  $j = 2$  А/мм<sup>2</sup>?

## Критерии оценивания результатов

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Выполнение контрольной работы	0-12
2	Выполнение и сдача лабораторных работ	0-24
3	Ответы на тесты	0-24

1. При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии:  
- вывод основных формул, используемых для расчета;

Максимальное количество баллов – 12

2. При выставлении баллов за отчет о выполнении лабораторной работы учитываются следующие критерии:

а. Правильность выполнения задания(ий) лабораторной работы

б. Владение методами и технологиями, запланированными в лабораторной работе

в. Владение специальными терминами и использование их при ответе.

Максимальное количество баллов – 12 по каждому разделу

3. При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл. Максимальное количество баллов – 12 по каждому разделу.

### 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.

#### Низкий уровень

1. Основные понятия технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.

2. Технологическая документация.

3. Общие сведения о технологическом оборудовании предприятий.

4. Основы и методы разработки маршрутных карт.

5. Технологическая документация.

#### Ниже среднего уровень

1. Основные понятия технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.

2. Технологическая документация.
3. Общие сведения о технологическом оборудовании предприятий.
4. Основы и методы разработки маршрутных карт.
5. Технологическая документация.
6. Операции и процессы производства приборов квантовой электроники и фотоники.
7. Основные элементы и особенности технологии электронных приборов.
8. Виды и комплектность технологической документации.
9. Эксплуатация и сервисное обслуживание технологического оборудования.
10. Работа с документами по учету и хранению.

### **Средний уровень**

1. Основные понятия технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
2. Технологическая документация.
3. Общие сведения о технологическом оборудовании предприятий.
4. Классификация технологического оборудования предприятий.
5. Техничко-экономические показатели технологического оборудования: экономичность, производительность, надежность, гибкость, точность.
6. Организация и правила эксплуатации оборудования. Подготовка оборудования к эксплуатации.
7. Технологичность конструкций элементов и деталей изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
8. Методы размерной обработки изделий.
9. Основы и методы разработки маршрутных карт.
10. Технологическая документация.
11. Операции и процессы производства приборов квантовой электроники и фотоники.
12. Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и требования к производству.
13. Проведение отдельных операций процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.
14. Основные элементы и особенности технологии электронных приборов.
15. Общая характеристика различных технологических методов, используемых в производстве изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
16. Виды и комплектность технологической документации.
17. Методы расчета нормы времени на разработку технологической документации.
18. Эксплуатация и сервисное обслуживание технологического оборудования.
19. Работа с документами по учету и хранению.
20. Система нормирующих параметров, определяющих показатели качества. Методы контроля качества.

### **Высокий уровень**

1. Основные понятия технологии производства изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
2. Технологическая документация.
3. Общие сведения о технологическом оборудовании предприятий.

4. Классификация технологического оборудования предприятий.
5. Техничко-экономические показатели технологического оборудования: экономичность, производительность, надежность, гибкость, точность.
6. Организация и правила эксплуатации оборудования. Подготовка оборудования к эксплуатации.
7. Технологичность конструкций элементов и деталей изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
8. Методы размерной обработки изделий.
9. Основы и методы разработки маршрутных карт.
10. Технологическая документация.
11. Операции и процессы производства приборов квантовой электроники и фотоники.
12. Принципы формирования структур полупроводниковых приборов и требования к производству.
13. Проведение отдельных операций процессов производства приборов квантовой электроники и фотоники.
14. Основные элементы и особенности технологии электронных приборов.
15. Общая характеристика различных технологических методов, используемых в производстве изделий квантовой оптической электроники и фотоники.
16. Виды и комплектность технологической документации.
17. Методы расчета нормы времени на разработку технологической документации.
18. Эксплуатация и сервисное обслуживание технологического оборудования.
19. Работа с документами по учету и хранению.
20. Технология полупроводниковых подложек.
21. Технология термического окисления кремния.
22. Технология диффузионного и ионного легирования.
23. Технология получения слоев методом химического осаждения.
24. Технология получения тонких металлических пленок.
25. Технология фотолитографии.
26. Технология травления структурных слоев.
27. Технология сборки полупроводниковых приборов и интегральных схем.
28. Система нормирующих параметров, определяющих показатели качества. Методы контроля качества.
29. Сборка полупроводниковых приборов и интегральных схем.
30. Современные технологии производства изделий электроники.

### **Примеры задач для решения на экзамене**

1. Вычислить собственную концентрацию носителей заряда в кремнии при  $T=300\text{K}$ , если ширина его запрещенной зоны  $E_g=1,12\text{ eV}$ , а эффективные массы носителей заряда  $m_n=1,05m_0$ ,  $m_p=0,56m_0$ , где  $m_0$  – масса свободного электрона.
2. Уровень Ферми в кремнии при  $300\text{ K}$  расположен на  $0,2\text{ eV}$  ниже дна зоны проводимости. Рассчитайте равновесную концентрацию электронов и дырок в этом полупроводнике, если ширина его запрещенной зоны =  $1,12\text{ eV}$ , а эффективные массы носителей заряда  $m_n=1,05m_0$ ,  $m_p=0,56m_0$ , где  $m_0$  – масса свободного электрона.
3. На сколько процентов изменится коэффициент диффузии электронов в невырожденном полупроводнике при повышении температуры на  $10\%$ , если подвижность электронов изменяется пропорционально  $T^{-1,5}$ .

4. Образец собственного кремния имеет удельное сопротивление 2000 Ом при комнатной температуре и концентрацию электронов проводимости  $n_i=1,4 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ . Определить удельное сопротивление образца легированного акцепторной примесью с концентрацией  $10^{21}$  и  $10^{23} \text{ м}^{-3}$ . Предположите, что подвижность дырок остается одинаковой как для собственного, так и для примесного кремния и равной  $\mu_p = 0,25\mu_n$ .
5. В толстом образце германия равномерно по объему генерируются электронно-дырочные пары. Найти скорость поверхностной рекомбинации, если концентрация неравновесных дырок на поверхности образца в 4 раза меньше, чем в объеме;  $L_p=0,2 \text{ см}$ ,  $\tau_p=10^{-3} \text{ с}$ .

### Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации

Оценка	Баллы (баллы, полученные в течении семестра, 40 баллов максимально за экзамен)
Удовлетворительно	55-69
Хорошо	70-84
Отлично	85-100

При выставлении баллов за экзамен учитываются следующие критерии:

Например, каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл.

**Максимальное количество баллов за теоретический ответ и практическое задание – 40 баллов**

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического задания
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 32 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия

темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 30 до 31 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.