



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 24.03.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики и  
электроники

Ившин И.В.

« 28 » октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Промышленная электроника и микропроцессорная 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):

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов В.А.

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 \_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова

(подпись)

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 «Принцип построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров» является ознакомление с физическими принципами квантовой электроники, приборами и устройствами и их разнообразными приложениями

Задачи дисциплины – углубленное изучение процессов генерации когерентного оптического излучения, разнообразных видов лазеров и их применения в промышленности, военном деле и научных исследованиях.

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-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований и уровня развития цифровых технологий	ПК-3.1 Использует основные средства, способы и методы для проектирования устройств, приборов и систем электронной техники	<i>Знать:</i> Основные принципы построения, схемотехнику и технические характеристики полупроводниковых лазеров и их узлов; особенности типового оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации, применяемых при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров и их узлов <i>Уметь:</i> Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы полупроводниковых лазеров; работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами; рассчитывать погрешности выполнения технологических операций; рассчитывать технологические режимы; <i>Владеть:</i> Навыками анализа физических и электрических процессов, происходящих в полупроводниковых лазерах и их узлах; навыками анализа параметров и режимов технологических операций для определения технических требований на оборудование, технологическую оснастку и средства автоматизации, применяемые при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров и их узлов заданных требований

<p>ПК-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований и уровня развития цифровых технологий</p>	<p>ПК-3.2 Проектирует устройства, приборы и системы электронной техники на основе анализа требуемых параметров</p>	<p><i>Знать:</i> физические процессы генерации когерентного оптического излучения в твердых телах, жидкостях и газах; основные типы лазеров и их практические применения; основное технологическое оборудование и принципы его работы</p> <p><i>Уметь:</i> Проектировать, конструировать и модернизировать узлы полупроводниковых лазеров в соответствии с заданными требованиями</p> <p><i>Владеть:</i> навыками проектирования узлов полупроводниковых лазеров с учетом заданных требований</p>
---	--	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-1	Теория и практика научных исследований	
ОПК-2	Теория и практика научных исследований	
ПК-1		Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа)
ПК-1	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники Перспективные материалы электроники	
ПК-2		Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа)

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- особенности современных технологических процессов производства полупроводниковых и диэлектрических материалов, технологий изготовления приборов диэлектрической и полупроводниковой электроники;

- информационные технологии в научных исследованиях;

- методы контроля основных материалов, приборов и изделий электронной техники;

- технические характеристики отечественных и зарубежных разработок в области электронной техники;

уметь:

- проводить экспериментальные исследования объектов электроники с целью их модернизации или создания новых материалов, приборов или их технологии;

- участвовать в проектировании, конструировании и модернизации объектов электронной техники.

- владеть:

- физические процессы, происходящие в электронных приборах, созданных на основе полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов, высокотемпературных сверхпроводников;

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 53 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 128 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 5,3 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	53	53
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)	32	32
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)	128	128
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							Итого	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						
<b>Раздел 1. Полупроводниковые лазеры</b>														
1. Общая схема построения полупроводниковых лазеров.	3	4	12	0,7	44	1		61	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	К ОЛР РФР		21	
<b>Раздел 2. Инжекционные лазеры</b>														
2. Общая схема построения инжекционных лазеров	3	6	10	0,7	42	1		59	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	К ОЛР РФР		20	

Раздел 3. Полупроводниковые лазеры с квантовым ограничением															
3. Общая схема построения полупроводниковых лазеров с квантовым ограничением	3	6		10	0,6	44					60	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	К ОЛР РФР	19
Раздел 4. Промежуточная аттестаци															
4. Экзамен	3							35	1	36	ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -В1, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -В1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Вопросы	Экз.	40
<b>ИТОГО</b>		16		32	2	128	2	35	1	216					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Двойные гетероструктуры	2
2	Структуры с квантовыми числами. квантооразмерные лазеры. Вырожденные полупроводниковые структуры	2
3	Контакт двух вырожденных полупроводников	2
4	Контакты в двойной гетероструктуре.	2
5	Двухстороннее электронное и оптическое ограничение	2
6	Лазеры на квантовых ямах. Лазеры на квантовых точках	2
7	Полупроводниковые лазеры со сверхкороткими импульсами	1
8	Полупроводниковые лазеры со сверхбольшой мощностью. Полупроводниковые лазерные матрицы	1
9	Вертикально излучающие полупроводниковые лазеры	2
	<b>Всего</b>	16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Кванторазмерные лазеры	12
2	Инжекционные лазеры	10
3	Полупроводниковые лазеры	10
Всего		32

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала для самоизучения	Монохроматичность полупроводниковых лазеров	18
2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы по теме "Кванторазмерные лазеры"	10
3	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Оформление реферата	10
4	Подготовка к коллоквиуму	Подготовка к коллоквиуму по темам лекций	6
5	Изучение теоретического материала для самоизучения	Методы формирования наноразмерных элементов полупроводниковых лазеров	16
6	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы по теме "Инжекционные лазеры"	10
7	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Оформление реферата	10

8	Подготовка к коллоквиуму	Подготовка к коллоквиуму по темам лекций	6
9	Изучение теоретического материала для самоизучения	Активные и пассивные слои в полупроводниковых лазерах	16
10	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы по теме "Полупроводниковые лазеры"	10
11	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Оформление реферата	10
12	Подготовка к коллоквиуму	Подготовка к коллоквиуму по темам лекций	6
Всего			128

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров» по образовательной программе «Промышленная электроника и микропроцессорная техника» направления подготовки магистров 11.04.04 «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.

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	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владени	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор навыков для	Продемонстрированы базовые навыки при решении	Продемонстрированы навыки при решении

е опытом)	продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	решения стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач с некоторыми недочетами	нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не 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
ПК-3	ПК-	Знать	зачтено		не зачтено	

		<p>Основные принципы построения, схемотехнику и технические характеристики полупроводниковых лазеров и их узлов; особенности типового оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации, применяемых при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров и их узлов</p>	<p>Основные принципы построения, схемотехнику и технические характеристики полупроводниковых лазеров и их узлов; особенности типового оборудования, технологической оснастки и средств автоматизации, применяемых при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров и их узлов;</p>	<p>Основные принципы построения, схемотехнику и технические характеристики полупроводниковых лазеров</p>	<p>Основные принципы построения, схемотехнику полупроводниковых лазеров</p>
3.1	Уметь	<p>Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы полупроводниковых лазеров; работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами; рассчитывать погрешности выполнения технологических операций; рассчитывать технологические режимы;</p>	<p>Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы полупроводниковых лазеров; работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическим и схемами; рассчитывать погрешности выполнения технологических операций; рассчитывать технологические режимы;</p>	<p>Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы</p>	<p>Читать и разрабатывать принципиальные электрические схемы</p>
	Владеть				

		<p>Навыками анализа физических и электрических процессов, происходящих в полупроводниковых лазерах и их узлах; навыками анализа параметров и режимов технологических операций для определения технических требований на оборудование, технологическую оснастку и средства автоматизации, применяемые при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров и их узлов заданных требований</p>	<p>Навыками анализа физических и электрических процессов, происходящих в полупроводниковых лазерах и их узлах; навыками анализа параметров и режимов технологических операций для определения технических требований на оборудование, технологическую оснастку и средства автоматизации, применяемые при разработке и изготовлении полупроводниковых лазеров</p>	<p>Навыками анализа физических и электрических процессов, происходящих в полупроводниковых лазерах и их узлах</p>	<p>Навыками анализа физических процессов, происходящих в полупроводниковых лазерах и их узлах</p>
ПК-	Знать				

		физические процессы генерации когерентного оптического изучения в твердых телах, жидкостях и газах; основные типы лазеров и их практические применения; основное технологическое оборудование и принципы его работы	физические процессы генерации когерентного оптического изучения в твердых телах, жидкостях и газах; основные типы лазеров и их практические применения; технологическое оборудование и принципы его работы	физические процессы генерации когерентного оптического изучения в твердых телах, жидкостях и газах; основные типы лазеров и их практические применения	физические процессы генерации когерентного оптического изучения в твердых телах, жидкостях	физические процессы генерации когерентного оптического изучения в твердых телах
	3.2	Уметь				
		Проектировать, конструировать и модернизировать узлы полупроводниковых лазеров в соответствии заданными требованиями	Проектировать, конструировать и модернизировать узлы полупроводниковых лазеров в соответствии заданными требованиями	Проектировать, конструировать и модернизировать узлы полупроводниковых лазеров	Проектировать, конструировать узлы полупроводниковых лазеров	Проектировать узлов полупроводниковых лазеров
		Владеть				
		навыками проектирования узлов полупроводниковых лазеров с учетом заданных требований	навыками проектирования узлов полупроводниковых лазеров с учетом заданных требований	навыками проектирования узлов полупроводниковых лазеров	Навыками проектирования лазеров	Навыками проектирования

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	Богданов А. В., Голубенко Ю. В.	Волоконные технологические лазеры и их применение	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/101825">https://e.lanbook.com/book/101825</a>	
2	Борейшо А. С., Ивакин С. В.	Лазеры: устройство и действие	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/72972">https://e.lanbook.com/book/72972</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	Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Тарасов В.Ф.	Основы нанoeлектроники, методы и приборы диагностики наноструктур	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2008		108
2	Дудкин В.И., Пахомов Л.Н.	Квантовая электроника. Приборы и их применение	учебное пособие	М.: Техносфера	2006		55

## **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://npod.ru">http://npod.ru</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
2	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
3	Web of Science	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>	<a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a>
4	Scopus	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>	<a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6	Nano	<a href="http://nano.nature.com">nano.nature.com</a>	<a href="http://nano.nature.com">nano.nature.com</a>
7	Физика и техника полупроводников	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>	<a href="http://journals.ioffe.ru">journals.ioffe.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 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	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
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1	<p>Экзамен</p> <p>Контактные часы во время аттестации</p>	<p>Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации</p>	<p>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 тиристорov", "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</p>
2	<p>Лекционные занятия</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа</p>	<p>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</p>

3	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «Лаборатория диагностики перспективных диэлектрических и полупроводниковых материалов»	моноблок, компьютер в комплекте с монитором, фотоэлектрическая станция, лазерная установка, генератор функциональный, лазер для научных исследований, специализированная лазерная технологическая установка, установка по исследованию кристаллов, цифровой цветной осциллограф OWON, автоматизированный лаб.стенд (3 шт.), переносное оборудование - проектор мультимедийный, 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	Самостоятельная работа	Читальный зал	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
6	Консультации	Учебная аудитория для проведения индивидуальных консультаций	моноблок, компьютер в комплекте с монитором, фотоэлектрическая станция, лазерная установка, генератор функциональный, лазер для научных исследований, специализированная лазерная технологическая установка, установка по исследованию кристаллов, цифровой цветной осциллограф OWON, автоматизированный лаб.стенд (3 шт.), переносное оборудование - проектор мультимедийный, экран

## **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.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2021/2022 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Скорректированы следующие цифровые компетенции, индикаторы к ним, запланированные результаты обучения и формулировки уровней сформированности компетенции ПК-3 (стр.3-4)

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «15» июня 2021 г., протокол № 15.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Голенищев-Кутузов А.В.

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

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / Р.В. Ахметова /

*Подпись,*

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / А.В. Голенищев-Кутузов /

*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**

Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность(и) (профиль(и)) Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Принципы построения приборов и узлов полупроводниковых лазеров» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-3 Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований

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: коллоквиум, реферат, отчет по лабораторной работе, экзамен.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 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 3

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	Подготовка коллоквиуму	К	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3	
1	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	
1	Подготовка отчета в выполнении лабораторной работы	ОЛР	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4	

1	Изучение теоретического материала для самоизучения	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	6 - 6	6 - 7
2	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 6
2	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	ОЛР	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 2	2 - 3	3 - 4	4 - 4
2	Изучение теоретического материала для самоизучения	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7
2	Подготовка к коллоквиуму	К	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 3
3	Изучение теоретического материала для самоизучения	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 6
3	Краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы	Рфр	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 4	4 - 5	5 - 6	6 - 6
3	Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы	ОЛР	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 1	2 - 3	3 - 4	4 - 4
3	Подготовка к коллоквиуму	К	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3
4	Промежуточная аттестация	Экз.	ПК-3.1 ПК-3.2	менее 20	20 - 24	24 - 27	28 - 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
Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам
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
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Экзамен (Экз.)	Комплект вопросов для сдачи промежуточной аттестации в форме экзамена	Вопросы для подготовки к экзамену

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Принцип построения приборов и узлов полупроводниковых нанолазеров» производится при помощи следующих оценочных средств:

### Темы рефератов

1. Инжекционные лазеры.
2. Генерация лазерного излучения в полупроводниках.
3. Основные полупроводниковые материалы для лазерного излучения.
4. История становления и развития полупроводниковых лазеров.
5. Полупроводниковые лазеры на двойной гетероструктуре.
6. Формирование квантово ограниченных структур в полупроводниковых материалах.
7. Мощные полупроводниковые лазеры.
8. Полупроводниковые лазеры со сверхкороткими импульсами.
9. Полупроводниковые лазерные наноразмерных элементах.
10. Мощные полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур.
11. Передача солнечной энергии с помощью лазеров.
12. Лазерные преобразования солнечной энергии.
13. Полупроводниковые лазеры с распределенной обратной связью.
14. Системы вывода излучения из полупроводниковых лазеров.
15. Полупроводниковые нанолазеры в системах волоконно-оптических линий связи.

## 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.

### **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.

### **Вопросы для проведения коллоквиума**

1. Особенности полупроводниковых лазеров?
2. Чем определяется когерентность полупроводниковых лазеров?
3. Какова монохроматичность полупроводниковых лазеров?

4. Каковы особенности мощных полупроводниковых лазеров?
5. Что такое двойные гетероструктуры?
6. Полупроводниковые лазеры с квантовыми ограничениями?
7. Чем отличаются лазеры с полупроводниковыми гетеропереходами и лазеры с квантовыми ямами?
8. Виды кванторазмерных структур?
9. Особенности вертикально излучающих полупроводниковых лазеров?
10. Полупроводниковые лазеры на квантовых точках?
11. Полупроводниковые матричные лазерные излучатели?
12. Особенности полупроводниковых лазерных резонаторов?
13. Особенности накачки полупроводниковых лазеров?
14. Режимы работы полупроводниковых нанолазеров?
15. Полупроводниковые нанолазеры в системе передачи информации?
16. Полупроводниковые нанолазеры в качестве источников накачки твердотельных лазеров?
17. Что такое инжекционные полупроводниковые лазеры?
18. Методы формирования наноразмерных элементов полупроводниковых лазеров?
19. Особенности вырожденных структур в полупроводниковых лазерах?
20. Что такое активные и пассивные слои в полупроводниковых лазерах?

#### Критерии оценивания результатов

Номер задания	Критерии оценки	Баллы
1	Подготовка и сдача реферата	0-39
2	Собеседования преподавателя с обучающимися во время коллоквиума	0-9
3	Выполнение и сдача лабораторных работ	0-12

1. 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.
  - г. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
  - д. Степень самостоятельности при выполнении заданий лабораторной работы
 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

Максимальное количество баллов за отчет по лабораторной работе – 4.

2. При оценке реферата учитываются следующие критерии:

- правильность оформления реферата;
- умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.

Максимальное количество баллов – 6

3. При оценке результатов собеседования учитываются следующие критерии:

- владение специальными терминами и использование их при ответе;
- умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.

Максимальное количество баллов – 3

#### **4. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

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

##### **Низкий уровень**

1. Особенности полупроводниковых лазеров?

##### **Ниже среднего уровень**

1. Особенности полупроводниковых лазеров?
2. Полупроводниковые лазеры на квантовых точках?
3. Что такое инжекционные полупроводниковые лазеры?
4. Что такое активные и пассивные слои в полупроводниковых лазерах?

##### **Средний уровень**

1. Особенности полупроводниковых лазеров?
2. Чем определяется когерентность полупроводниковых лазеров?
3. Какова монохроматичность полупроводниковых лазеров?
4. Каковы особенности мощных полупроводниковых лазеров?
5. Что такое двойные гетероструктуры?
6. Полупроводниковые лазеры с квантовыми ограничениями?
7. Чем отличаются лазеры с полупроводниковыми гетеропереходами и лазеры с квантовыми ямами?
8. Виды кванторазмерных структур?
9. Особенности вертикально излучающих полупроводниковых лазеров?
10. Полупроводниковые лазеры на квантовых точках?
11. Полупроводниковые матричные лазерные излучатели?
12. Особенности полупроводниковых лазерных резонаторов?
13. Особенности накачки полупроводниковых лазеров?
14. Режимы работы полупроводниковых нанолазеров?

##### **Высокий уровень**

1. Особенности полупроводниковых лазеров?
2. Чем определяется когерентность полупроводниковых лазеров?

3. Какова монохроматичность полупроводниковых лазеров?
4. Каковы особенности мощных полупроводниковых лазеров?
5. Что такое двойные гетероструктуры?
6. Полупроводниковые лазеры с квантовыми ограничениями?
7. Чем отличаются лазеры с полупроводниковыми гетеропереходами и лазеры с квантовыми ямами?
8. Виды квантомерных структур?
9. Особенности вертикально излучающих полупроводниковых лазеров?
10. Полупроводниковые лазеры на квантовых точках?
11. Полупроводниковые матричные лазерные излучатели?
12. Особенности полупроводниковых лазерных резонаторов?
13. Особенности накачки полупроводниковых лазеров?
14. Режимы работы полупроводниковых нанолазеров?
15. Полупроводниковые нанолазеры в системе передачи информации?
16. Полупроводниковые нанолазеры в качестве источников накачки твердотельных лазеров?
17. Что такое инжекционные полупроводниковые лазеры?
18. Методы формирования наноразмерных элементов полупроводниковых лазеров?
19. Особенности вырожденных структур в полупроводниковых лазерах?
20. Что такое активные и пассивные слои в полупроводниковых лазерах?

#### Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации

Оценка	Баллы
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 экзамен – 40 баллов**

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

1. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
2. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
3. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
4. Логичность и последовательность ответа
5. 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 допускает-ся 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.