МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ И ОПТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	126	126	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	8	
Контрольные работы	8	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 76481

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Цель дисциплины состоит в формировании у студентов представлений о фундаментальных основах квантовой и оптической электроники, которая является важным компонентом профессионального блока подготовки бакалавров по направлению "квантовая и оптическая электроника".

1.2. Задачи дисциплины

1. изучение и освоение студентами современных подходов и методов, используемых для анализа и описания явлений квантовой и оптической электроники.
2. изучение базовых принципов квантовой и оптической электроники.
3. изучение основных принципов построения и реализации устройств квантовой и оптической электроники, рассмотрение примеров конкретных устройств, технологических подходов к их изготовлению и использованию в технологических приложениях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.09.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	знает фундаментальные принципы квантовой и оптической электроники
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	умеет проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеет современными подходами и методами анализа и описания линейных и нелинейных эффектов квантовой и оптической электроники

Согласована на портале № 76481

Профессиональные компетенции		
ПКС-10. Способен аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПКС-10.1. Знает эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	знает основные линейные и нелинейные явления квантовой и оптической электроники и методы их описания; принципы функционирования квантовых и оптоэлектронных приборов и систем
	ПКС-10.2. Умеет ргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	умеет применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;
	ПКС-10.3. Владеет навыками выбора и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Владеет методами обработки результатов измерений

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	14	14
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12

Согласована на портале № 76481

Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	126	126
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	63	63
Подготовка к контрольной работе	63	63
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона	2	2	16	20	ОПК-1, ПКС-10
2 Энергетические состояния квантовых систем		2	16	18	ОПК-1, ПКС-10
3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом		2	16	18	ОПК-1, ПКС-10
4 Общие вопросы построения лазеров		2	16	18	ОПК-1, ПКС-10
5 Твердотельные лазеры		1	16	17	ОПК-1, ПКС-10
6 Газовые лазеры		1	16	17	ОПК-1, ПКС-10
7 Другие типы лазеров		1	14	15	ОПК-1, ПКС-10
8 Интегральная оптоэлектроника		1	16	17	ОПК-1, ПКС-10
Итого за семестр	2	12	126	140	
Итого	2	12	126	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			

Согласована на портале № 76481

1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона	Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Материальные уравнения. Граничные условия. Волновое уравнение для немагнитной безграничной среды. Одномерное волновое уравнение. Плоские скалярные волны. Гармонические волны. Плоская волна, распространяющаяся в произвольном направлении. Электромагнитные плоские волны. Поляризация плоских электромагнитных волн. Закон сохранения энергии для электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга. Распространение волновых пакетов. Групповая скорость.	2	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	2	
2 Энергетические состояния квантовых систем	Оптические спектры испускания. Элементарные процессы взаимодействия оптического излучения с веществом. Принцип квантового усиления электромагнитных волн. Описание квантовых ансамблей и процессов релаксации. Представления функций состояния. Операторы в произвольном представлении. Расчет средних и точных значений физических величин при использовании операторов в матричной форме. Смешанный ансамбль и матрица плотности. Уравнение движения для матрицы плотности смешанного ансамбля. Термостатированный ансамбль. Описание релаксации. Общее уравнение для матрицы плотности.	2	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	2	
3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Электрические и магнитные дипольные моменты и энергия взаимодействия микрочастиц с внешним полем. Двухуровневая система микрочастиц во внешнем поле. Основные уравнения. Вероятности индуцированных переходов. Анализ поглощения электромагнитного поля двухуровневой системой. Эффект насыщения. Спонтанные переходы. Балансные уравнения.	2	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	2	

Согласована на портале № 76481

4 Общие вопросы построения лазеров	Особенности оптического диапазона. Усиление оптического излучения. Принцип действия лазера. Элементарная теория открытых оптических резонаторов. Добротность резонатора. Волновая теория открытых резонаторов. Классификация оптических резонаторов. Селекция типов колебаний в оптических резонаторах. Характеристики лазерного излучения. Уширение спектральных линий.	2	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	2	
5 Твердотельные лазеры	Схемы функционирования твердотельных лазеров. Системы накачки твердотельных лазеров. Балансные уравнения и режим непрерывной генерации в твердотельных лазерах. Режим свободной генерации. Лазеры с модуляцией добротности резонатора. Синхронизация продольных мод и генерация ультракоротких импульсов. Рубиновый лазер. Неодимовый стеклянный лазер. Nd – ИАГ – лазеры. Волоконные лазеры.	1	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	1	
6 Газовые лазеры	Особенности газов как активного вещества для лазеров. Механизмы возбуждения газоразрядных лазеров. Атомарный гелий-неоновый лазер. Лазеры на парах металлов. Ионный аргоновый лазер. Молекулярные лазеры. Эксимерные лазеры. Химические лазеры.	1	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	1	
7 Другие типы лазеров	Полупроводниковые лазеры. Жидкостные лазеры.	1	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	1	
8 Интегральная оптоэлектроника	Историческая справка. Основные физические принципы интегральной оптоэлектроники. Достижения и перспективы интегральной оптоэлектроники. Планарные волноводы. Полосковые волноводы.	1	ОПК-1, ПКС-10
	Итого	1	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1, ПКС-10

Согласована на портале № 76481

Итого за семестр	2	
Итого	2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
2 Энергетические состояния квантовых систем	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
4 Общие вопросы построения лазеров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		

Согласована на портале № 76481

5 Твердотельные лазеры	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
6 Газовые лазеры	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
7 Другие типы лазеров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	7	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	14		
8 Интегральная оптоэлектроника	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	8	ОПК-1, ПКС-10	Контрольная работа
	Итого	16		
Итого за семестр		126		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		130		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование
ПКС-10	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование

Согласована на портале № 76481

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Быков В. И. Квантовая и оптическая электроника: Учебное пособие / Быков В. И. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 192 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/133479.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Быков В. И. Квантовая и оптическая электроника : методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений подготовки, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / В. И. Быков, С. М. Шандаров. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Быков В.И. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / В.И. Быков. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2016. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

Согласована на портале № 76481

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Согласована на портале № 76481

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Описание электромагнитного излучения оптического диапазона	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Энергетические состояния квантовых систем	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Общие вопросы построения лазеров	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Твердотельные лазеры	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Газовые лазеры	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 76481

7 Другие типы лазеров	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Интегральная оптоэлектроника	ОПК-1, ПКС-10	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции

Согласована на портале № 76481

2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Отклонение луча в открытом оптическом резонаторе лазера при использовании акустооптического затвора происходит за счет явления …… света.
   1. интерференции; 2. дифракции; 3. поляризации.
2. При увеличении толщины волновода число мод, в нем распространяющихся, …
   1. увеличивается; 2. уменьшается; 3. не изменяется.
3. Полосковый волновод отличается от планарного тем, что полосковый
   1. неограничен в направлении; 2. не ограничен в направлении; 3. ограничен в направлении; 4. ограничен в направлении.
4. Чему соответствует минимальная толщина волновода?
   1. TE0 – моде; 2. TE1 - моде; 3. TM0 – моде; 4. TM1- моде.
5. На какие типы подразделяются моды планарного волновода?
   1. TN,TA; 2. TE, TM; 3. TE,TA; 4. TA,TM.
6. Волноводы, ограниченные лишь в одном направлении, называются
   1. акустические; 2. планарные; 3. ступенчатые; 4. полосковые.
7. Световая волна, распространяющаяся в среде, имеет амплитуды напряженности электрического поля и магнитного поля . Волновое сопротивление среды составляет:
   1. 1000 Ом; 2. 5000 Ом; 3. 10000 Ом; 4. 1 Ом.
8. Какой закон излучения абсолютно чёрного тела не удается объяснить без использования гипотезы квантов?
   1. Релея-Джинса; 2. Стефана-Больцмана; 3. Вина; 4. Кирхгофа
9. Вероятность спонтанного излучения (коэффициент Эйнштейна A21) зависит от частоты перехода ν как:
   1. ν; 2. ν2; 3. ν3; 4. не зависит от ν.
10. В ансамбле частиц с двумя уровнями энергии (первоначально находящимся в состоянии термодинамического равновесия), при оптической накачке инверсию населённостей:
    1. можно создать при малых плотностях энергии накачки ρ; 2. можно создать при больших ρ; 3. можно создать при любых ρ; 4. создать невозможно в принципе.
11. В состоянии, близком к термодинамическому равновесию, разность населённостей уровней Δn=n1–n2 при росте интенсивности падающего излучения с частотой ν21:
    1. не изменяется; 2. возрастает; 3. снижается
12. В состоянии, близком к термодинамическому равновесию, величина мощности ΔP,

Согласована на портале № 76481

поглощаемой квантовой системой при росте интенсивности падающего излучения с частотой v21:
1. не изменяется; 2. возрастает и насыщается; 3. возрастает; 4. возрастает линейно

13. Контур коэффициента усиления однородно уширенной линии при росте интенсивности падающего излучения:
1. насыщается с образованием провала; 2. насыщается и “проседает” равномерно во всей полосе частот; 3. не изменяется; 4. насыщается с образованием двух симметричных провалов.
14. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае слабого поля будет:
1. прямо пропорционально падающей мощности; 2. нелинейно зависеть от падающей мощности; 3. зависеть нелинейно от падающей мощности с насыщением.
15. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае сильного поля будет:
1. прямо пропорционально падающей мощности; 2. нелинейно зависеть от падающей мощности; 3. зависеть от падающей мощности нелинейно с насыщением.
16. Поглощение электромагнитного излучения двухуровневой системой в случае слабого поля будет:
1. не зависеть от частоты поля; 2. прямо пропорционально частоте поля; 3. сильно зависеть от частоты поля.
17. Зависимость поглощения электромагнитного поля от частоты двухуровневой системы описывается кривой:
1. Лоренца; 2. Гаусса; 3. Эйлера; 4. Лагранжа.
18. В состоянии с инверсной заселенностью разность населённостей уровней $\Delta n=n2–n1$ при росте интенсивности падающего излучения с частотой v21:
1. возрастает; 2. снижается; 3. не изменяется.
19. При использовании в качестве затвора импульсного лазера “самопросветляющегося” фильтра его пропускание с ростом интенсивности света в резонаторе:
1. снижается; 2. возрастает; 3. не изменяется.
20. В «конфокальном» резонаторе совпадают ……зеркал.
1. радиусы кривизны; 2. центры кривизны; 3. точки фокуса; 4. диаметры

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Аббревиатура ТЕМ служит для обозначения:
1. продольной электромагнитной волны; 2. поперечной электромагнитной волны; 3. продольной моды резонатора
2. Переход от закрытого объемного СВЧ-резонатора к открытому оптическому резонатору приводит:
1. только к сгущению спектра собственных колебаний; 2. только к прореживанию спектра собственных колебаний; 3. к сгущению спектра собственных колебаний и возрастанию Δv; 4. к прореживанию спектра собственных колебаний и возрастанию Δv
3. Межмодовый интервал в открытом оптическом резонаторе между соседними поперечными модами …… интервала между соседними продольными модами.
1. больше; 2. много больше; 3. меньше; 4. много меньше
4. Путем пространственной селекции можно выделить:
1. поперечную моду ТЕМ00; 2. продольную моду; 3. соседние продольные моды
5. Трехзеркальный открытый оптический резонатор и открытый оптический резонатор с интерферометром Фабри-Перо позволяют выполнить:
1. пространственную селекцию мод; 2. частотную селекцию мод; 3. повышение Qрез; 4. пространственную селекцию и снижение Qрез
6. Полная ширина спектра активного резонатора … полной ширины спектра пассивного резонатора.
1. шире; 2. уже; 3. не отличается от
7. Ширина линии генерации одночастотного лазера $\Delta\nu$ген с ростом Рвых:
1. снижается; 2. возрастает; 3. не изменяется
8. Аббревиатура «ТЕА» служит для обозначения лазера:
1. лазер с поперечным разрядом и добавками аргона; 2. лазер с поперечной

Согласована на портале № 76481

электромагнитной волной; 3. лазер атмосферного давления с поперечным разрядом; 4. лазер с поперечным разрядом и добавками азота

9. Для рубинового лазера на оси частоты полосы поглощения (оптической накачки) … его излучения.
   1. находятся левее линии; 2. находятся правее линии; 3. совпадают с линией
10. Линия излучения рубинового лазера на оси длин волн:
    1. находится левее его полосы поглощения (оптической накачки); 2. находится правее его полосы поглощения; 3. совпадает с полосой поглощения

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Квантовая и оптическая электроника

1. Накачка квантового усилителя на кварцевом волокне, активированном эрбием (SiO2:Er3+), осуществляется:
   1. фононами в кристаллах кварца; 2. пропусканием через волокно электрического тока; 3. облучением светом полупроводникового лазера (оптическая накачка)
2. Изображенные на оси частоты:
   1. полоса поглощения (оптической накачки) находится левее линии излучения неодимового лазера; 2. полоса поглощения находится правее линии излучения неодимового лазера; 3. полоса поглощения и линия излучения совпадают
3. Изображенные на оси длин волн:
   1. полоса поглощения (оптической накачки) находится левее линии излучения неодимового лазера; 2. полоса поглощения находится правее линии излучения неодимового лазера; 3. полоса поглощения и линия излучения совпадаю
4. Накачка активной среды лазера на кристалле иттрий-алюминиевого граната, активированного Nd, осуществляется:
   1. фононами в кристалле; 2. пропусканием через кристалл электрического тока; 3. облучением светом (оптическая накачка)
5. Для перестраиваемого сапфирового «вибронного» лазера изображённые на оси частоты:
   1. полоса люминесценции (излучения) находится левее полосы его поглощения (оптической накачки); 2. полоса люминесценции находится правее полосы его поглощения; 3. полоса поглощения и полоса люминесценции совпадают
6. Изображенные на оси длин волн перестраиваемого сапфирового «вибронного» лазера (оптической накачки):
   1. полоса излучения (люминесценции) находится левее полосы его поглощения; 2. полоса поглощения и полоса люминесценции совпадают; 3. полоса люминесценции находится правее полосы его поглощения
7. Длина волны λ излучения, полученного при однократном удвоении основной частоты ИАГ: Nd3+–лазера (λ=1,06 мкм), равна:
   1. λ=2,12 мкм; 2. λ=1,06 мкм; 3. λ=0,53 мкм
8. Тип лазерного перехода в эксимерном лазере:
   1. электронный; 2. колебательно-вращательный; 3. между уровнями сверхтонкой структуры (СТС) атомов; 4. между уровнями тонкой структуры (ТС) атомов
9. В активной среде лазера, для которой $\tau 1 > \tau 2$, инверсия:
   1. может быть создана только в импульсном режиме; 2. может быть создана только в непрерывном режиме; 3. может быть создана как в импульсном, так и в непрерывном режимах; 4. невозможна
10. Использование поперечного разряда для CO2-N2-He-лазера позволяет:
    1. повысить рабочее давление газа; 2. уменьшить давление газа и повысить рабочее напряжение; 3. увеличить температуру газа

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных

Согласована на портале № 76481

учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается

Согласована на портале № 76481

доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 76481

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 87 от «20» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ЭП	В.И. Быков	Разработано, 059722b9-8e1d-453e-b2d2-c0d528ac8ebd
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 76481