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 УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **электронных приборов (ЭП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	8	8	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78890

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение магистрантами глубоких знаний физических принципов функционирования основных элементов волоконных лазерных систем.

1.2. Задачи дисциплины

1. Углубленное изучение методов и приемов реализации волоконных лазерных систем, рассмотрение конкретных типов волоконных лазеров, методов их расчета, проектирования и применения в технологических и измерительных системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-4. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники	ПК-4.1. Знает современные технологические процессы производства изделий квантовой и оптической электроники	Знает современные технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники
	ПК-4.2. Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий квантовой и оптической электроники	Умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства изделий электронной техники
	ПК-4.3. Владеет навыками проектирования технологических процессов производства изделий квантовой и оптической электроники	Владеет методами проектирования технологических процессов производства изделий электронной техники

Согласована на портале № 78890

ПК-5. Способен проектировать технологические процессы и разрабатывать технологическую документацию производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ПК-5.1. Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска изделий квантовой и оптической электроники	Знает требования технологической и нормативной документации производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники
	ПК-5.2. Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства квантовой и оптической электроники	Умеет уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого устройства квантовой и оптической электроники
	ПК-5.3. Владеет навыками технологических процессов производства материалов и изделий квантовой и оптической электроники	Владеет методиками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства

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 3 зачетных единиц, 108 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету	24	24
Подготовка к тестированию	24	24
Подготовка к контрольной работе	24	24
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Волоконные световоды	4	4	18	26	ПК-4, ПК-5

Согласована на портале № 78890

2 Элементы волоконного лазера	4	4	18	26	ПК-4, ПК-5
3 Характеристики волоконных лазеров	5	5	18	28	ПК-4, ПК-5
4 Волоконные промышленные лазеры и их применение	5	5	18	28	ПК-4, ПК-5
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Волоконные световоды	Волоконные световоды для систем оптической связи и волоконных лазеров. Профили показателя преломления. Геометрическая оптика волоконных световодов. Электромагнитная теория волоконных световодов круглого сечения. Моды волоконных световодов.	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
2 Элементы волоконного лазера	Активирующие примеси для волоконных световодов. Фотоиндуцированные брэгговские решетки показателя преломления в световодах. Активные волоконные световоды. Схемы накачки активных световодов. Особенности волоконных световодов как усилительной среды.	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
3 Характеристики волоконных лазеров	Лазеры на основе световодов, легированных Nd3+. Лазеры на основе световодов, легированных Yb3+. Лазеры на основе световодов, легированных Er3+. Лазеры на основе световодов, легированных Tm3+. Лазеры на основе световодов, легированных Ho3+.	5	ПК-4, ПК-5
	Итого	5	
4 Волоконные промышленные лазеры и их применение	Продукция отечественных и зарубежных компаний, производящих волоконные лазеры. Лазерная резка. Лазерная сварка. Лазерная маркировка и гравировка. Лазерная микрообработка. Лазерная интерферометрия.	5	ПК-4, ПК-5
	Итого	5	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

Согласована на портале № 78890

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Волоконные световоды	Распространение световых волн в волоконных световодах	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
2 Элементы волоконного лазера	Элементы волоконного лазера	4	ПК-4, ПК-5
	Итого	4	
3 Характеристики волоконных лазеров	Энергетические и временные характеристики волоконных лазеров	5	ПК-4, ПК-5
	Итого	5	
4 Волоконные промышленные лазеры и их применение	Измерительные и интерферометрические системы на основе волоконных лазеров	5	ПК-4, ПК-5
	Итого	5	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. 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
2 семестр				
1 Волоконные световоды	Подготовка к зачету	6	ПК-4, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-4, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
2 Элементы волоконного лазера	Подготовка к зачету	6	ПК-4, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-4, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		

Согласована на портале № 78890

3 Характеристики волоконных лазеров	Подготовка к зачету	6	ПК-4, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-4, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
4 Волоконные промышленные лазеры и их применение	Подготовка к зачету	6	ПК-4, ПК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4, ПК-5	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ПК-4, ПК-5	Контрольная работа
	Итого	18		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование
ПК-5	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Зачёт	0	0	20	20
Контрольная работа	0	25	25	50
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	10	35	55	100
Нарастающим итогом	10	45	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5

Согласована на портале № 78890

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Введение в оптическую физику: Учебное пособие / С. М. Шандаров, Н. И. Буримов, А. С. Акрестина - 2023. 252 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11001.

2. Айхлер, Юрген. Лазеры. Исполнение, управление, применение : научно-популярное издание. - М. : Техносфера , 2012. - 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.).

3. Пихтин, Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа , 2001. - 574[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 147 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Варданян, В. А. Физические основы оптики : учебное пособие / В. А. Варданян. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 272 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/212894.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Волоконные лазеры: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе / С. М. Шандаров - 2024. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11010.

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:

Согласована на портале № 78890

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. 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.

8.4. 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.

Согласована на портале № 78890

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

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 Волоконные световоды	ПК-4, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Элементы волоконного лазера	ПК-4, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Характеристики волоконных лазеров	ПК-4, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78890

4 Волоконные промышленные лазеры и их применение	ПК-4, ПК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		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
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.

Согласована на портале № 78890

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. Брэгговские зеркала в волоконных световодах реализуются:
   а) за счет отражения от атомных плоскостей кристаллов;
   б) за счет сколов торцов волокон, ортогональных их оси;
   в) за счет периодических возмущений магнитной проницаемости волокна;
   г) за счет фотоиндуцированных решеток показателя преломления в волоконном световоде.
2. В схемах накачки активных световодов используется:
   а) точечное облучение сфокусированным излучением через цилиндрическую боковую поверхность;
   б) сканирование пучка накачки по боковой поверхности световода;
   в) принцип распределения вводимого излучения накачки по длине активного световода с использованием набора V-образных канавок или двойного волоконного световода с общим полимерным покрытием;
   г) генерация излучения накачки в световоде за счет катодолюминесценции.
3. Пространственный период брэгговской решетки, обеспечивающей селективное отражение:
   а) пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды;
   б) прямо пропорционален половине длины волны генерируемого излучения и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;
   в) прямо пропорционален половине длины волны излучения накачки и обратно пропорционален эффективному показателю преломления используемой волноводной моды;
   г) обратно пропорционален произведению длины волны генерируемого излучения и эффективного показателя преломления используемой волноводной моды.
4. Использование брэгговских зеркал в волоконных лазерах обеспечивает:
   а) многомодовую генерацию в широкой области спектра;
   б) эффективное использование излучения накачки;
   в) одномодовую генерацию излучения с высокой степенью монохроматичности и большой длиной когерентности;
   г) импульсный режим генерации.
5. Волоконные лазеры на основе световодов, легированных Nd3+, Yb3+, Er3+, Tm3+и Ho3+ генерируют излучение:
   а) в видимой области спектра;
   б) в ближней инфракрасной области;
   в) в ближней ультрафиолетовой области;
   г) в дальней инфракрасной области.
6. Типичные выходные мощности промышленных волоконных лазеров на основе световодов, легированных Nd3+, Yb3+, Er3+, Tm3+и Ho3+ составляют:
   а) десятки МВт;
   б) единицы мкВт;
   в) единицы ГВт;

Согласована на портале № 78890

г) от единиц мВт до единиц кВт.

7. Достоинством технологических волоконных лазеров является:
   а) доставка излучения с использованием коллимирующих устройств;
   б) доставки излучения с помощью волоконного кабеля необходимой длины (50 м и более);
   в) доставка излучения с использованием фокусирующих устройств;
   г) доставка излучения через атмосферный канал.
8. Использование волоконных лазерных систем резки наиболее целесообразно:
   а) для тонких листовых материалов;
   б) для толстых листовых материалов;
   в) для профилированных материалов;
   г) для пищевых продуктов.
9. Для лазерной маркировки изделий из пластика и металла наиболее целесообразно использование волоконных лазерных систем:
   а) с непрерывным режимом генерации и мощностью 1 мВт;
   б) с импульсным режимом генерации при пиковой мощности порядка 5 кВт, частоте повторения от 20 до 200 кГц и длительности импульсов от 10 до 100 нс;
   в) с непрерывным режимом генерации и мощностью 1 кВт;
   г) с моноимпульсным режимом генерации при энергии импульса 1 мкДж и длительности 1 мс.
10. Для лазерной микрорезки полупроводниковых пластин и электронных компонентов наиболее целесообразно использование волоконных лазерных систем:
    а) вследствие их компактности, высокого качества пучка и доставки излучения с помощью волоконного кабеля необходимой длины;
    б) вследствие большой длины когерентности излучения;
    в) вследствие высокой степени монохроматичности излучения;
    г) вследствие большой длины лазерного резонатора.
11. Для лазерных интерферометрических систем целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:
    а) вследствие высокой степени монохроматичности и большой длины когерентности излучения;
    б) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;
    в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;
    г) вследствие большой длины лазерного резонатора.
12. Для систем лазерной спектроскопии целесообразно использование волоконных лазерных систем с брэгговскими зеркалами:
    а) вследствие широкой полосы частот генерируемого излучения;
    б) вследствие высокой степени монохроматичности генерируемого излучения;
    в) вследствие малого времени когерентности генерируемого излучения;
    г) вследствие большой длины лазерного резонатора.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Какую мощность должны обеспечивать волоконные лазеры для сварки металлических материалов – мВт или кВт?
2. Какой режим работы лазера, непрерывный или импульсный, используется для лазерной маркировки изделий?
3. Опишите достоинства волоконно-оптических систем лазерной гравировки.
4. Опишите достоинства волоконно-оптических систем лазерной микрообработки.
5. Опишите достоинства волоконно-оптических систем лазерной микропайки и микросварки.
6. Какие особенности конструкции волоконных лазеров обеспечивают большое значение длины когерентности их излучения?
7. Какой вид когерентности играет наиболее важную роль в лазерных интерферометрических системах?
8. По каким причинам свойство временной когерентности лазерного излучения очень важно для голографии?
9. Опишите принцип действия волоконных лазеров, основанных на вынужденном

Согласована на портале № 78890

комбинационном рассеянии.

10. В каком спектральном диапазоне может генерировать излучение волоконный лазер на основе световодов, легированных Nd3+?
11. Какое излучение накачки необходимо использовать для волоконного лазера на основе световодов, легированных Nd3+?
12. В каком спектральном диапазоне может генерировать излучение волоконный лазер на основе световодов, легированных Yb3+?
13. Какое излучение накачки необходимо использовать для волоконного лазера на основе световодов, легированных Yb3+?
14. В каком спектральном диапазоне может генерировать излучение волоконный лазер на основе световодов, легированных Er3+?
15. Какое излучение накачки необходимо использовать для волоконного лазера на основе световодов, легированных Er3+?
16. В каком спектральном диапазоне может генерировать излучение волоконный лазер на основе световодов, легированных Tm3+?
17. Какое излучение накачки необходимо использовать для волоконного лазера на основе световодов, легированных Tm3+?
18. В каком спектральном диапазоне может генерировать излучение волоконный лазер на основе световодов, легированных Ho3+
19. Какое излучение накачки необходимо использовать для волоконного лазера на основе световодов, легированных Ho3+

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. В чем преимущество использования градиентных волоконных световодов?
2. Какими физическими факторами обусловлены оптические потери в волоконных световодах?
3. Какие материалы используются в качестве основы для лазерных волоконных световодов?
4. Какие химические элементы используются для создания активных волоконных световодов, позволяющих создать в них оптической накачкой состояние инверсии населенностей?
5. Между уровнями какой оболочки примесных ионов необходимо инициировать для этого электронные переходы?
6. Какие источники оптического излучения используются для накачки волоконных лазеров?
7. Какова цель использования двойной оболочки в лазерных волоконных световодах?
8. Почему любая некруглая форма поперечного сечения внутренней оболочки предпочтительней, чем круглая?
9. Как можно реализовать зеркала в волоконных лазерах?
10. На какой длине волны происходит отражение от волоконных брэгговских решеток?
11. Как создаются волоконные брэгговские решетки? От каких параметров решетки зависит коэффициент отражения излучения?

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 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:

Согласована на портале № 78890

– 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 / электронном журнале 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 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,

Согласована на портале № 78890

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 № 78890

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ЭП	С.М. Шандаров	Разработано, ab3ff0e2-dc9a-420c-9fb4-5f882facc349

Согласована на портале № 78890