

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**БИОФОТОНИКА**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика**

Направленность (профиль) / специализация: **Интегральная фотоника и оптоэлектроника**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **2**

Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 943-М-инд1)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	36	36	часов
Общая трудоемкость	72	72	часов
(включая промежуточную аттестацию)	2	2	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	2

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Владение современными профессиональными знаниями в области биофотоники и применение этих знаний для решения практических задач.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Знакомство с физическими принципами взаимодействия лазерного излучения с биологическими структурами разных уровней организации и возможностью диагностических биомедицинских применений соответствующих методик.

2. Знакомство с методами реализации различных типов измерений, позволяющих получить такие сигналы, которые необходимы для решения конкретных прикладных задач.

3. Приобретение навыков расчета оптических параметров различных биообъектов, а также оценки параметров выходного излучения (сигнала).

## 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.ДВ.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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		

ПК-2. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-2.1. Знает терминологию в области фотоники и оптоинформатики.	Знает физические принципы взаимодействия лазерного излучения с биологическими структурами разных уровней организации
	ПК-2.2. Умеет выполнять трудовые действия с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	Умеет применять методы реализации различных типов измерений, позволяющих получить такие сигналы, которые необходимы для решения конкретных прикладных задач в области биофотоники
	ПК-2.3. Владеет навыками чтения научных текстов по профилю профессиональной деятельности (выделять смысловые конструкции для понимания всего текста, объяснять принципы работы описываемых современных достижений науки и передовых технологий)	Владеет навыками расчета оптических параметров различных биообъектов, а также оценки параметров выходного излучения (сигнала)

#### 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 2 зачетных единиц, 72 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
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	20	20
Подготовка к тестированию	16	16
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	72	72
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	2	2

#### 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

<b>2 семестр</b>					
1 Взаимодействие света с биологическими тканями	2	-	6	8	ПК-2
2 Теория распространения излучения в тканях	4	-	6	10	ПК-2
3 Оптические методы в медицинской диагностике	4	18	8	30	ПК-2
4 Оптические методы терапии	4	-	8	12	ПК-2
5 Методы биофотоники в научных исследованиях	4	-	8	12	ПК-2
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

### **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
<b>2 семестр</b>			
1 Взаимодействие света с биологическими тканями	Эффекты в тканях в зависимости от интенсивности света и длительности облучения. Рассеяние и поглощение света. Фототермические и фотохимические процессы, лазерная абляция	2	ПК-2
	Итого	2	
2 Теория распространения излучения в тканях	Поглощение и рассеяние одиночными клетками. Сложность в переходе от одиночных клеток к тканям. Теоретические модели: радиационный перенос, метод Монте-Карло. Дискретные модели тканей. Влияние распределения частиц по размерам и пространственной упаковки. Распространение коротких импульсов в тканях. Распространение поляризованного света. Эффекты когерентности: формирование и интерференция спекл-структур.	4	ПК-2
	Итого	4	

3 Оптические методы в медицинской диагностике	Различные уровни диагностики: молекулы, клетки, ткани. Проточная цитометрия. Микроскопия и спектрометрия. Фотон-корреляционная спектроскопия. Оксиметрия. Методы визуализации тканей. Поляризационно-чувствительные методы. Когерентные методы для биомедицинской визуализации и измерений. Оптическая когерентная томография. Лазерные доплеровские системы оценки микроциркуляции крови. Локализация сосудов по спекл-структурам.	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Оптические методы терапии	Основы лазерной хирургии. Микрохирургия глаза. Методы in vivo ввода излучения. Применение лазерной абляции и фототермической сшивки тканей. Фотодинамическая терапия онкологических заболеваний.	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Методы биофотоники в научных исследованиях	Взаимодействие света с биомолекулами в клетках. Основные светочувствительные вещества. Стимуляция метаболизма митохондрий. Искусственные светочувствительные молекулы. Оптогенетика и фотофармакология.	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

### 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
<b>2 семестр</b>			
3 Оптические методы в медицинской диагностике	Устройства регистрации цифровых изображений	9	ПК-2
	Томографические изображения	9	ПК-2
	Итого	18	
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
<b>2 семестр</b>				
1 Взаимодействие света с биологическими тканями	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
2 Теория распространения излучения в тканях	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
3 Оптические методы в медицинской диагностике	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
4 Оптические методы терапии	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
5 Методы биофотоники в научных исследованиях	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

### 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-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, 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
<b>2 семестр</b>				
Зачёт с оценкой	0	0	40	40
Тестирование	20	20	20	60
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	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
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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212447>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Кирчанов, В. С. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики : учебное пособие / В. С. Кирчанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Пермь : ПНИПУ, 2022. — 364 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/328871>.

2. Баранов, В. Н. Оптоэлектронные системы управления световым потоком для физиотерапевтических установок : монография / В. Н. Баранов. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/55417>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

### **7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

2. Старовойтов, В. В. Получение и обработка изображений на ЭВМ : учебно-методическое пособие / В. В. Старовойтов, Ю. И. Голуб. — Минск : БНТУ, 2018. — 204 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/248324>.

### **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. 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**

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Системный блок 1 1 шт.

Системный блок 2 14 шт.

Монитор 27" 15 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

- 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.

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 Взаимодействие света с биологическими тканями	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Теория распространения излучения в тканях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

3 Оптические методы в медицинской диагностике	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Оптические методы терапии	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Методы биофотоники в научных исследованиях	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		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 <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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

- Какие диапазоны длин волн используется для возбуждения эндогенной флуоресценции биотканей?
  - ближний ИК диапазон;
  - дальний ИК диапазон;
  - видимый свет;
  - УФ.
- Какой диапазон длин волн оптического излучения относится к видимому свету?
  - 10-380 нм;
  - 380-780 нм;
  - 780-1400 нм;
  - более 1400 нм.
- Какие из перечисленных хромофоров определяют оптические свойства кожи?
  - меланин;
  - порфирин;
  - билирубин;
  - гемоглобин.
- Какие из перечисленных молекул имеют свою собственную флуоресценцию?
  - билирубин;
  - порфирин;
  - аденин;
  - гемоглобин.
- Свет каких длин волн относится к ультрафиолетовому спектру?
  - 10-380 нм;
  - 380-780 нм;
  - 780-1400 нм;
  - более 1400 нм.
- Как называется параметр, измеряемый методом лазерной доплеровской флоуметрии?
  - показатель тканевой сатурации;
  - индекс эритемы;
  - уровень кровотока;
  - показатель микроциркуляции.

7. Обобщенное название методов диагностики, оценивающих количество гемоглобина, переносящего кислород.
  - а) методы флуометрии;
  - б) методы оксиметрии;
  - в) методы гемометрии;
  - г) методы спектрометрии.
8. Какие из перечисленных параметров оцениваются с применением метода оптической тканевой оксиметрии?
  - а) тканевая сатурация;
  - б) индекс порфирина;
  - в) индекс меланина;
9. Разница в оптических свойствах каких хромофоров биологической ткани лежит в основе применения метода ОТО в медицине?
  - а) оксигемоглобина и метагемоглобина;
  - б) меланина и билирубина;
  - в) меланина и карбоксигемоглобина;
  - г) оксигемоглобина и дезоксигемоглобина.
10. Оптическое излучение на каких длинах волн применяется в методе лазерной доплеровской флуометрии?
  - а) ультрафиолетовое излучение (10-400 нм);
  - б) оптическое излучение синего спектра (450-500);
  - в) оптическое излучение зеленого спектра (510-550);
  - г) оптическое излучение красного и инфракрасного спектра (630-1400 нм).

### **9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Основы взаимодействия излучения с веществом. Связь между электронной структурой молекулы и спектром поглощения.
2. Основы упругого взаимодействия света с частицами. Рэлеевское рассеяние, теория Ми, общие подходы к моделированию. Поглощение и рассеяние одиночными клетками.
3. Понятие однократного и многократного рассеяния света. Примеры биологических образцов, в которых реализуются данные режимы.
4. Сложность в переходе от одиночных клеток к тканям. Теоретические модели: радиационный перенос, метод Монте-Карло.
5. Дискретные модели тканей. Влияние распределения частиц по размерам и пространственной упаковке. Распространение коротких импульсов в тканях.
6. Импульсные и непрерывные источники излучения: понятие о средней мощности и энергии в импульсе.
7. Эффекты взаимодействия излучения с биологическими тканями в зависимости от мощности и режима (непрерывное/импульсное).
8. Основы методов: проточная цитометрия, микроскопия и спектрометрия.
9. Основы методов: фотон-корреляционная спектроскопия, оптическая оксиметрия.
10. Основы оптической когерентной томографии.
11. Основы лазерных доплеровских систем для оценки микроциркуляции крови.
12. Фотодинамическая терапия онкологических заболеваний.
13. Оптогенетика и фотофармакология.

### **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:

– 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, 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ  
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.Г. Лоцилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.Г. Лоцилов	Согласовано, 55af61de-b8ed-4780- 9ba6-8adedc18f4ec
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e- 88a5-479145e4aa44
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	И.В. Кулинич	Согласовано, d2a0f42b-ed8d-43b9- 8776-2e1f79c72b0a

### РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.С. Перин	Разработано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
--	------------	--