



## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целью освоения учебной дисциплины является:*

- формирование профессиональных компетенций в области лазерных технологий в медицине.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучить устройство и принцип действия лазера, свойства и параметры лазерного излучения;
- изучить основы лазерной биомедицины, механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями;
- изучить лазерные технологии, применяемые в различных областях медицины.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.04), блок Б1.

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-5	Способен организовывать и проводить научные исследования в области здравоохранения	ПК-5.1	Выполняет фундаментальные научные исследования в области медицины и биологии	<p>Знать: устройство и принцип действия лазеров, свойства и параметры лазерного излучения; механизмы взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями; основы лазерной биомедицины, классификацию лазерных установок, применяемых в медицине</p> <p>Уметь: применять знания о современных медицинских лазерных технологиях в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеть: навыками выбора оптимальных лазерных установок в зависимости от их технических характеристик для применения в медицинской области.</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.**

**Форма промежуточной аттестации: зачет**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			С
Аудиторные занятия		76	76
в том числе:	лекции	22	22
	групповые консультации	22	22
	практика	32	32
Самостоятельная работа		32	32
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		108	108

#### 13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Лазеры для медицины	Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Параметры лазерного излучения. Основные типы лазеров, применяемых в медицине.
1.	Основы лазерной биомедицины	Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Действие лазерного излучения на биоткань. Оптические и тепловые свойства биоткани.
3.	Применение лазеров в различных областях медицины	Низкоинтенсивные лазеры в диагностике заболеваний. Лазеротерапия. Фотодинамическая терапия. Лазерная термотерапия. Фотоабляция. Лазерные технологии в дерматологии, стоматологии, офтальмологии, оториноларингологии. Внутрисосудистое лазерное облучение крови. Лазерная сварка ткани.

#### 13.2. Разделы дисциплины и виды занятий:

№п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	ГК	Практика	СРС	
1.	Лазеры для медицины	6	6	10	10	32
2.	Основы лазерной биомедицины	8	8	10	10	36
3.	Примеры лазеров в различных областях медицины	8	8	12	12	40
	<i>Итого</i>	22	22	32	32	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

1) Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных

теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

2) Практические занятия. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: изучить конспект лекции по теме и рекомендованную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач. Для закрепления изученного материала самостоятельно решить задачи, заданные в качестве домашнего задания

3) Групповые консультации. На консультации студенты имеют возможность задать преподавателю уточняющие вопросы, ликвидировать задолженности.

4) Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

3) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

## 15. Учебно-методическое информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербурга : Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212447">https://e.lanbook.com/book/212447</a>.</i>
2.	<i>Коновалова, О. А. Инновационное оборудование в медицине. Лазерная техника : учебное пособие / О. А. Коновалова, К. Ю. Нагулин, А. К. Загрутдинова. — Казань : КНИТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-7882-2777-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/244727">https://e.lanbook.com/book/244727</a></i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Тучин, В. В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В. В. Тучин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Физматлит, 2010. — 500 с. — Режим доступа: по</i>
2.	<i>Кашапов, Н. Ф. Лазеры и их применение в медицине : учебное пособие : [16+] / Н. Ф. Кашапов, Г. С. Лучкин, М. Ф. Самигуллин ; под ред. Н. Ф. Кашапова ; Казанский государственный технологический университет. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2011. — 96 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке.</i>
3.	<i>Современная аппаратура лазерного газоанализа для медицинских приложений : учебное пособие / А. М. Кабанов, Ю. В. Кистенев, О. Ю. Никифорова, Ю. Н. Пономарев. — 2-е изд., испр. — Томск : СибГМУ, 2017. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/113523">https://e.lanbook.com/book/113523</a></i>
4.	<i>Е.А.Шахно. Физические основы применения лазеров в медицине. — СПб: НИУ ИТМО, 2012. — 129 с.</i>
5.	<i>Серебряков В.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии в медицине». — СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. — 266 с.</i>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронно-библиотечная система BOOK.ru <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
2	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
3	ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
5	ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
6	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	<i>Лазеры в науке, технике, медицине// Сборник научных трудов. - Москва 2019, &lt;<a href="http://www.mntores.inlife.ru/Lasers2019.pdf">http://www.mntores.inlife.ru/Lasers2019.pdf</a></i>
2.	<i>Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике = Tissueoptics. Light scattering methods and instruments for medical diagnosis / В.В. Тучин ; пер. сангл. В.Л. Дербова под ред. В.В. Тучина. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 811 с., [6] л. цв. ил. : ил., табл. — Библиогр.: с. 691-795. — Предм. указ.: с. 796-811.</i>
3.	<i>Беликов А.В., Смирнов С.Н., Семяшкина Ю.В., Тавалинская А.Д. Лазерные и оптические биомедицинские технологии. Лабораторный практикум: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 80 с.</i>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные занятия, практика, групповые консультации. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель, специализированная мебель, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ»

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Лазеры для медицины	ПК-5	ПК-5.1	Вопросы, тесты, задачи
2.	Основы лазерной биомедицины	ПК-5	ПК-5.1	Вопросы, тесты, задачи
3.	Применение лазеров в различных областях медицины	ПК-5	ПК-5.1	Вопросы, тесты, задачи
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</u>				<i>Вопросы, тесты, задачи</i>

### 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

*Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.*

*Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); оценки результатов практической деятельности.*

#### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы для контроля освоения дисциплины, тесты, задачи (см. приложение 1).

#### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя тесты, вопросы, задачи (см. приложение 1) позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используется качественная шкала оценок.

#### Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Наличие конспектов лекций. Выполнение лабораторных работ. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета.</i>	<i>зачтено</i>
<i>Отсутствие конспектов лекций. Не выполнены лабораторные работы. Студент не может дать ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета.</i>	<i>Не зачтено</i>

Примерные вопросы для текущего контроля усвоения дисциплины:

1. На каком квантово-механическом эффекте основан принцип работы лазера?
2. Из каких элементов и систем состоит лазер?
3. Свойства лазерного излучения: монохроматичность, когерентность, направленность, поляризованность.
4. Параметры лазерного излучения: энергетические, спектральные, временные, пространственные.
5. Какие основные физические процессы сопровождают взаимодействие света и биологических тканей?
6. Какие два основных механизма выделяют при изучении рассеяния света. Каковы основные формы упругого рассеяния и условия, при которых оно возникает. Когда возникает неупругое рассеяние?
7. Какие основные эффекты выделяют при анализе воздействия лазерного излучения на биоструктуры? В каких областях они применяются?
8. На какие две широких категории разделяют методы лазерной диагностики? В чем их особенности?
9. Каковы особенности и преимущества оптической и лазерной диагностики?
10. В чем состоит метод визуализация в белом свете? Как его используют?
11. На чем основана оптическая когерентная томография (ОКТ)? Где ее используют?
12. В чем основная особенность схемы конфокальной визуализации? Как она используется?
13. Каковы принципы и схемы флуоресцентной спектроскопии и визуализации. Где они применяются?
14. На чем основана рамановская спектроскопия?
15. Какие типы лазеров используют в физиотерапии низкоинтенсивным лазерным излучением, каковы их основные характеристики?
16. В чем заключается принцип фотодинамической терапии (ФДТ)? Каковы основные факторы, влияющие на ее эффективность?
17. Где применяется ФДТ?
18. На использовании какого эффекта основано широкое применение лазеров в общей хирургии? Какие лазеры применяются наиболее часто?
19. В чем суть метода эндовазальной лазерной коагуляции (ЭВЛК)?
20. Что такое лазерная ангиопластика, как ее реализуют практически, в чем ее преимущества?
21. Какой механизм взаимодействия излучения и тканей наиболее часто используется в дерматологии, как выбирают основные параметры лазерного излучения?
22. На каком принципе основано лечение винных пятен, удаление пигментных пятен и татуировок, эпиляция с помощью лазера?
23. Какие лазеры наиболее часто применяются в дерматологии?
24. Как называются наиболее широко используемые клинические лазерные процедуры в офтальмологии, не имеющие других альтернатив? В чем они заключаются?
25. Какова цель рефракционной хирургии, какие лазеры используются в ней?
26. В чем заключается лечение глаукомы с помощью лазера? Какие лазеры при этом используются?
27. Что такое катаракта, как ее лечат с помощью лазера?
28. Какая лазерная процедура используется при лечении отслоения сетчатки, какой лазер при этом используется?
29. Какая лазерная процедура используется при лечении пролиферативной диабетической ретинопатии, какой лазер при этом используется?
30. Какие эффекты используются в лазерной стоматологии, в чем ее преимущества, какие лазеры применяются?

Примерные тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Какое свойство излучения принципиально отличает лазерное излучение от других источников излучения?

- а) яркость; б) когерентность; в) диапазон частот; г) мощность.

2. На чем основан принцип действия лазера?

- а) спонтанном излучении; в) поглощении излучения;  
б) вынужденном излучении; г) рассеянии излучения.

3. Сопоставьте диапазон длин волн с областью спектра излучения

Диапазон длин волн	Область спектра
А) 0,2—0,4 мкм	1) дальняя инфракрасная область
Б) 0,4—0,75 мкм	2) область видимого света
В) 0,75—1,4 мкм	3) ультрафиолетовая
Г) 1,4—400 мкм	4) ближняя инфракрасная

4. На каком веществе работал первый мазер?

- а) неоне; б) гелии; в) цезии; г) аммиаке.

5. Чему равна длина волны несущей частоты генерации лазера на углекислом газе (CO<sub>2</sub>)?

- а) 0,63 мкм; б) 0,69 мкм; в) 1,15 мкм; г) 10,6 мкм.

6. Каким механизмом воздействия лазерного излучения обеспечивается возможность проведения бескровных операций?

- а) тепловым; б) фотохимическим; в) биофизическим; г) химическим;

7. Сопоставьте параметры лазерного излучения с процессами, которое оно вызывает в биообъектах:

Параметры лазерного излучения

Процессы в биообъектах

А) низкая плотность мощности и продолжительное время экспозиции	1) фотохимические процессы
Б) высокая плотность мощности и короткое время воздействия	2) нелинейные эффекты
В) плотность мощности более 10 Вт/см <sup>2</sup> с ультракоротким временем облучения (нс и короче)	3) термические процессы

8. Сопоставьте мощность лазерного (непрерывный режим излучения) воздействия и область применения в медицине

Мощность лазерного излучения

Область применения

А) низкоэнергетическое (0,5-3,0 мВт)	1) хирургия (лазерный скальпель)
Б) среднеэнергетическое (200-2000 мВт)	2) внутривенное лазерного облучение крови
В) высокоэнергетическое (20-100 Вт)	3) фотодинамическая терапия

9. Выберите из списка что является недостатком фотодинамической терапии рака.

- а) разрушение раковых клеток ;  
б) диагностика по флюоресценции;  
в) не оказывает системного воздействия на организм;  
г) вызывает светочувствительность кожи.

10. Основным ограничением метода фотодинамической терапии является

- а) глубина действия лазерного излучения;  
б) мощность излучения;  
в) стадия заболевания;  
г) возраст пациента.

11. Фотоабляция (фотодекомпозиция) материала происходит при воздействии коротких импульсов УФ излучения. В какой области медицины применяется этот процесс?  
 а) терапия      б) диагностика      в) микрохирургия      г) стоматология
12. В каком диапазоне спектра электромагнитных волн оптического диапазона м излучение глубже проникает в ткань, с минимальными потерями на рассеяние и поглощение?  
 а) от 200 нм до 400 нм;      б) от 400 нм до 600 нм;  
 в) 600 нм-800 нм;      г) от 800 нм до 1200 нм
13. Что является противопоказанием к проведению лазерной коррекции зрения?  
 а) неприемлемость использование очков или контактных линз;  
 б) постоянное управление автомобилем;  
 в) астигматизм;  
 г) истончение роговицы.
14. Что относится к фотохимическому воздействию лазерного излучения на биоткань?  
 а) абляция;      б) коагуляция;      в) денатурация белка;      г) биостимуляция.
15. Какой лазер применяется в хирургии в качестве скальпеля?  
 а) рубиновый;      б) неодимовый;      в) аргонный;      г) углекислотный.

Примеры ситуационных и расчетных задач для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Рассчитайте энергию фотона при генерации гелий-неонового лазера, если длина волны излучения равна  $\lambda = 632,8$  нм. Постоянная Планка  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.
2. На сколько градусов нагреется кровь массой  $m = 10$  г под действием CO<sub>2</sub>-лазера мощностью  $P = 40$  Вт действующего на нее в течении  $\Delta t = 5$  сек. Поглощательную способность крови в данном диапазоне излучения принять равной  $A=0,8$ , удельная теплоемкость крови  $c = 3220$  Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.
3. Рассчитайте мощность лазерного излучения, если энергия в импульсе достигает  $E=1$  кДж, а длительность импульса составляет  $\Delta t = 10^{-9}$  с.
4. Лазер на рубине излучает в импульсе длительностью  $\tau = 0,5$  мс энергию  $W = 1$  Дж в виде почти параллельного пучка с площадью поперечного сечения  $S = 0,8$  см<sup>2</sup>. Длина волны лазерного излучения  $\lambda = 0,694$  мкм. Определите давление света на площадку, расположенную перпендикулярно пучку, с коэффициентом отражения  $\rho = 0,6$ .
5. Лазер на парах золота имеет энергию в импульсе  $E = 2$  мДж, длительность импульсов  $t = 20$  нс и частоту следования импульсов  $f = 6$  кГц. Рассчитать величины средней и пиковой мощности.

**Фонд оценочных средств для проведения диагностических работ**

1. Какое свойство излучения принципиально отличает лазерное излучение от других источников излучения?  
 а) яркость;      **б) когерентность;**      в) диапазон частот;      г) мощность.
2. На чем основан принцип действия лазера?  
 а) спонтанном излучении;      в) поглощении излучения;  
**б) вынужденном излучении;**      **г) рассеянии излучения.**
3. Сопоставьте диапазон длин волн с областью спектра излучения
- | Диапазон длин волн | Область спектра                 |
|--------------------|---------------------------------|
| А) 0,2—0,4 мкм     | 1) дальняя инфракрасная область |
| Б) 0,4—0,75 мкм    | 2) область видимого света       |

- В) 0,75—1,4 мкм  
 Г) 1,4—400 мкм
- 3) ультрафиолетовая  
 4) ближняя инфракрасная

А	Б	В	Г
3	2	4	1

4. На каком веществе работал первый мазер?  
 а) неоне; б) гелии; в) цезии; г) аммиаке.
5. Чему равна длина волны несущей частоты генерации лазера на углекислом газе (CO<sub>2</sub>)?  
 а) 0,63 мкм; б) 0,69 мкм; в) 1,15 мкм; г) **10,6 мкм.**
6. Каким механизмом воздействия лазерного излучения обеспечивается возможность проведения бескровных операций?  
 а) **тепловым;** б) фотохимическим; в) биофизическим; г) химическим;
7. Сопоставьте параметры лазерного излучения с процессами, которое оно вызывает в биообъектах:

Параметры лазерного излучения

Процессы в биообъектах

- А) низкая плотность мощности и продолжительное время экспозиции  
 Б) высокая плотность мощности и короткое время воздействия  
 В) плотность мощности более 10 Вт/см<sup>2</sup> с ультракоротким временем облучения (нс и короче)

- 1) фотохимические процессы  
 2) нелинейные эффекты  
 3) термические процессы

А	Б	В
1	3	2

8. Сопоставьте мощность лазерного (непрерывный режим излучения) воздействия и область применения в медицине

Мощность лазерного излучения

Область применения

- А) низкоэнергетическое (0,5-3,0 мВт)  
 Б) среднеэнергетическое (200-2000 мВт)  
 В) высокоэнергетическое (20-100 Вт)

- 1) хирургия (лазерный скальпель)  
 2) внутривенное лазерное облучение крови  
 3) фотодинамическая терапия

А	Б	В
2	3	1

9. Выберите из списка что является недостатком фотодинамической терапии рака.

- а) разрушение раковых клеток ;  
 б) диагностика по флюоресценции;  
 в) не оказывает системного воздействия на организм;  
 г) **вызывает светочувствительность кожи.**

10. Основным ограничением метода фотодинамической терапии является

- а) **глубина действия лазерного излучения;**  
 б) мощность излучения;  
 в) стадия заболевания;  
 г) возраст пациента.

11. Фотоабляция (фотодекомпозиция) материала происходит при воздействии коротких импульсов УФ излучения. В какой области медицины применяется этот процесс?

- а) терапия; б) диагностика; в) **микрохирургия;** г) стоматология.

12. В каком диапазоне спектра электромагнитных волн оптического диапазона м излучение глубже проникает в ткань, с минимальными потерями на рассеяние и поглощение?

- а) от 200 нм до 400 нм;      б) от 400 нм до 600 нм;  
в) 600 нм-800 нм;      г) от 800 нм до 1200 нм.

13. Что является противопоказанием к проведению лазерной коррекции зрения?

- а) неприемлемость использование очков или контактных линз;  
б) постоянное управление автомобилем;  
в) астигматизм;  
г) истончение роговицы.

14. Что относится к фотохимическому воздействию лазерного излучения на биоткань?

- а) абляция;      б) коагуляция;      в) денатурация белка;      г) фотодиссоциация.

15. Какой лазер применяется в хирургии в качестве скальпеля?

- а) рубиновый;      б) неодимовый;      в) аргонный;      г) углекислотный.

Примеры ситуационных и расчетных задач для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Рассчитайте энергию фотона при генерации гелий-неонового лазера, если длина волны излучения равна  $\lambda = 632,8$  нм. Постоянная Планка  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с.

**Ответ:  $E = hc/\lambda = 3 \cdot 10^{-20}$  Дж = 1.9 эВ.**

2. На сколько градусов нагреется кровь массой  $m = 10$  г под действием CO<sub>2</sub>-лазера мощностью  $P = 40$  Вт действующего на нее в течении  $\Delta t = 5$  сек. Поглощательную способность крови в данном диапазоне излучения принять равной  $A = 0,8$ , удельная теплоемкость крови  $c = 3220$  Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.

**Решение:**

Поглощенная энергия  $E = A \cdot P \cdot \Delta t$  идет на нагревание крови  $E = Q = cm\Delta T$ . Отсюда следует

$$\Delta T = \frac{AP\Delta t}{cm} \approx 5 \text{ К.}$$

**Ответ: 5 К.**

3. Рассчитайте мощность лазерного излучения, если энергия в импульсе достигает  $E = 1$  кДж, а длительность импульса составляет  $\Delta t = 10^{-9}$  с.

**Ответ:  $P = E/\Delta t = 10^{12}$  Вт.**

4. Лазер на рубине излучает в импульсе длительностью  $\tau = 0,5$  мс энергию  $W = 1$  Дж в виде почти параллельного пучка с площадью поперечного сечения  $S = 0,8$  см<sup>2</sup>. Длина волны лазерного излучения  $\lambda = 0,694$  мкм. Определите давление света на площадку, расположенную перпендикулярно пучку, с коэффициентом отражения  $\rho = 0,6$ .

**Решение:**

Давление света выражается формулой  $p = \frac{I}{c}(1 + \rho)$ , где  $I = \frac{W}{S\tau}$  – интенсивность. Тогда

$$p = \frac{W}{c S \tau}(1 + \rho). \text{ Поставляя числовые значения, получим } p = 0,13 \text{ Па.}$$

**Ответ:  $p = 0,13$  Па.**

5. Гольмиевый лазер Ho:YAG имеет энергию в импульсе  $E = 3$  Дж, длительность импульсов  $t = 600$  мкс и частоту следования импульсов  $f = 20$  Гц. Рассчитать величины средней и пиковой мощности.

**Решение.**

Средняя мощность Пиковая мощность  $P = \frac{E}{\tau} = 5 \text{ кВт.}$   
**Ответ: 60 Вт, 5 кВт.**

6. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром  $d = 10 \text{ мкм}$ , при которых время эффективного воздействия  $\tau = 10^{-3} \text{ с}$ .

**Решение:**

Скорость сканирования излучения непрерывного лазера определяется

выражением  $v_{ск} = \frac{d}{\tau} = 0,01 \text{ м / с.}$

**Ответ:** 0,01 м/с.