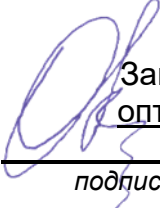


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

 УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии  
\_\_\_\_\_ (Овчинников О.В.)  
подпись, расшифровка подписи

31.08.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
*Б1.В.04 Лазерные технологии в медицине*

- 1. Код и наименование подготовки/специальности:** *30.05.03 – Медицинская кибернетика*
- 2. Профиль подготовки/специализации:** -
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** *Специалист, Врач-кибернетик*
- 4. Форма обучения:** *Очная*
- 5. Кафедра, отвечающая за дисциплину:** *Кафедра оптики и спектроскопии*
- 6. Составители программы:** *Смирнов Михаил Сергеевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент*
- 7. Рекомендована:** *НМС физического факультета ВГУ, протокол № 6 от 26.06.2020 г.*
- 8. Учебный год:** *2025/2026 Семестр: С*

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: изучение механизмов взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями, исследование методами компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями, изучение физических основ действия различных измерительно-диагностических систем в медицине.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Лазерные технологии в медицине» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Код и содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-16 - способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении	Знать основные механизмы взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основ действия различных измерительно-диагностических систем в медицине	Уметь использовать базовые знания о механизмах взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основах действия различных измерительно-диагностических систем в медицине	Владеть навыками исследования методов компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/ часах в соответствии с учебным планом – 3 зачетных единицы / 108 ч.

Форма промежуточной аттестации: *зачёт*.

## 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		Семестр С
Аудиторные занятия	40	40
в том числе: лекции	10	10
практические		
лабораторные	30	30
Самостоятельная работа	68	68
Форма промежуточной аттестации: зачёт		
Итого:	108	108

### 13.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Принцип лазера и основные свойства лазерного излучения.	Лазерное излучение: условия возникновения, принципы генерации. Основные характеристики лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Радиационное поле излучения и его характеристики. Линейные и нелинейные механизмы взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом. Взаимодействие коротких импульсов со средой. Фемтохимия и аттофизика.
1.2	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с веществом	Эффекты взаимодействия лазерного излучения с биотканями. Оптические характеристики биотканей. Виды теплового воздействия лазерного излучения (коагуляция, абляция, денатурация и т.д.). Фотохимический и фотодинамический эффекты. Различные гипотезы о механизме воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биоткани. Закон Бугера-Ламберта-Бера, определение оптических характеристик биологических тканей (Лабораторная работа). Методы определения оптических характеристик по измерению прошедшего излучения. Методы определения оптических характеристик по измерению отраженному излучения. Лазерное детектирование объекта в мутной среде.
1.3	Применение лазеров в различных областях медицины	Лазерные технологии в медицине. Термометрия. Контактная и неконтактная термометрия. Измерение температуры ткани в присутствии лазерного излучения. Лазерная резекция. Лазеро-индуцированная термотерапия. Лазерная абляция. Лазерная перфорация и канализация. Спектрометрические методы в терапии и диагностике, оптические спектрометры реального времени. Диагностика различных патологий. Фотодинамическая диагностика. Определение концентрации кислорода в тканях. Флуоресценция. Оптическая когерентная томография. Волоконные инструменты и лазерная техника. Лазерные технологии в офтальмологии, стоматологии, хирургии. Лазерная сварка тканей.
<b>2. Лабораторные занятия</b>		
2.1	Люминесцентная спектроскопия синглетного кислорода	Люминесцентная спектроскопия синглетного кислорода (Лабораторная работа)

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Принцип лазера и основные свойства лазерного излучения	3			15	18
2	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с веществом	4			15	19
3	Применение лазеров в различных областях медицины	3			15	18
4.	Люминесцентная спектроскопия синглетного кислорода			30	23	53
	Итого:	10	-	30	68	108

## 14. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Лебедев, В.Ф. Лазерная фотоника : учебно-методическое пособие : [16+] / В.Ф. Лебедев ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербурга : Университет ИТМО, 2019. – 108 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566766">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=566766</a>
2	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>
3	Современные лазерно-информационные технологии / Коллективная монография под ред. Панченко В.Я., Лебедева Ф.В. - М. : Интерконтакт Наука, 2015.-953 с. <a href="https://www.rffi.ru/rffi/ru/annotated_project_reports/o_1936715#477">https://www.rffi.ru/rffi/ru/annotated_project_reports/o_1936715#477</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	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.
5	Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В.В. Тучин. — Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 488 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 416-482. — Предм. указ.: с. 483-488.
6	Лазеры ультракоротких импульсов и их применения : [учебное пособие] / П.Г. Крюков. — Долгопрудный : Интеллект, 2012. — 247 с.
7	Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы / Матт Янг ; пер. с англ. Н.А. Липуновой [и др.]; под ред. В.В. Михайлина. — М. : Мир, 2005. — 541 с.
8	Лазеры. Лазерные системы / Г.И. Долгих, В.Е. Привалов ; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Тихоокеан. океанол. ин-т им. В.И. Ильичева, С.-Петерб. гос. политехн. ун-т. — Владивосток : Дальнаука, 2009. — 202 с.
9	Молекулярная биомедицина [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ. биол.-почв. фак. 4 к. очной и очно-заоч. формы обучения, для магистрантов 1-го года обучения, для направлений : 020400 и 020400м - Биология]. Ч. 2 / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: О.А. Сафонова, А.А. Агарков, М.В. Лущик и др.]. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — Загл. с титула экрана. — Свободный доступ из интранета ВГУ.
10	Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой. — М. : Техносфера, 2008. — 438 с.
11	Лазерные системы / Ю.А. Балашин [и др.]; под ред. Ю.С. Протасова. — М. : Янус-К, 2010

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
12	Поисковая система e-library.ru
13	Поисковая система google.ru
14	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>
15	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
16	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
17	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
18	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
19	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>
20	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ
21	Виртуальная обучающая среда Moodle < <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> >

## 15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку (п.14).

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с источниками лазерного излучения и биологическими объектами, лабораторным оборудованием и

инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты исследований. В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования профессиональных компетенций (ПК - 16).

Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к лекциям и разделам. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат, закрепляют теоретические знания с использованием электронного учебно-методического комплекса.

Планирование и организация текущих аттестации знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

№ п/п	Название формы самостоятельной работы	Тема, по которой предусмотрена данная форма работы	Источники (см. учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины)
1	Подготовка к экспресс-опросу	Принцип лазера и основные свойства лазерного излучения.	1,2
2	Подготовка к экспресс-опросу	Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с веществом	1,3
3	Подготовка к экспресс-опросу	Применение лазеров в различных областях медицины	1,2,4,5

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине (лекции, методические рекомендации к выполнению лабораторных работ, фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература). На лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента.

При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована при необходимости в присутствии ассистента.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Звелто О. Принципы лазеров/ О. Звелто. - Лань, 2008 .— 719 с.
2.	Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В.В. Тучин .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010 .— 488 с. :
3.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> - ЗНБ ВГУ
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5.	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>

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

DreamSpark (неограниченное кол-во настольных и серверных операционных систем Microsoft для использования в учебном и научном процессе) - лицензия действует до 31.12.2019, дог. 3010-15/1102-16 от 26.12.2016.

Microsoft Office Professional 2003 Win32 Russian, бессрочная лицензия Academic Open, дог. 0005003907-24374 от 23.10.2006.

Офисная система LibreOffice 4.4.4 (Свободно распространяемое программное обеспечение)

Microsoft Windows Professional 8.1 Russian Upgrade Academic Open License No Level. Бессрочная лицензия Academic OLP, дог. 3010-07/73-14 от 29.05.2014.

Microsoft Office 2013 Russian Academic Open License No Level. Бессрочная лицензия Academic OLP, дог. 3010-07/73-14 от 29.05.2014

1. Информационно-коммуникационные технологии (консультации преподавателя через тематические форумы и вебинары с использованием электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО "ВГУ" - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru))).

2. Информационные технологии (доступ в Интернет)

3. ЭБС «Консультант студента» МедФарм

4. Консультант плюс - информационно-справочная система

5. ЭБС Университетская библиотека ONLAIN

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, учебная лаборатория, маркерная доска, компьютер, проектор, экран, учебная и методическая литература,

Учебно-научные лаборатории кафедры оптики спектроскопии: оптический стол; учебный волоконно-оптический спектрально-люминесцентный комплекс (Oceanoptics); полосовой интерференционный фильтр FL532- 10; фотодиод FDS10X10; LG4 очки защитные; фотодетектор PDA20C/M; блок питания LDS1212-EC; Лазер с гауссовым резонатором LS-2132UTF; лазерный модуль/блок питания поворотного крепления/ лазерный модуль LM-650180(блок питания); детектор для ИК области InGaAs; KitKIT-IF-25C, преобразователь MicroPhotonDevices; Импульсный источник излучения; PICOPOWERLD 375, производитель Alphalas; лабораторный стенд: "Люминесценция".

## 19. Фонд оценочных средств

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средство оценивания)
ПК-16 - способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении	Знать основные механизмы взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основ действия различных измерительно-диагностических систем в медицине	Разделы с 1 по 4. Принцип лазера и основные свойства лазерного излучения Биофизические механизмы взаимодействия лазерного излучения с веществом Применение лазеров в различных областях медицины Флуоресцентная спектроскопия Синглетного кислорода	Устный опрос. Отчёт по лабораторной работе.
	Уметь использовать базовые знания о механизмах взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основах действия различных измерительно-диагностических систем в медицине		
	Владеть навыками компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями		
<b>Промежуточная аттестация</b>			Комплект КИМ

### 19.2. Описание шкалы, показателей и критериев оценивания компетенций (результатов обучения)

### 19.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Компетенция	Показатель сформированности	Шкала и критерии оценивания уровня освоения	
		Зачёт	Незачёт
ПК-16 - способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки информационных технологий в медицине и здравоохранении	Знать основные механизмы взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основ действия различных измерительно-диагностических систем в медицине	Сформированные знания об основных механизмах взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основ действия различных измерительно-диагностических систем в медицине	Фрагментарные знания или отсутствие знаний
	Уметь использовать базовые знания о механизмах взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основах действия	Сформированное умение использовать базовые знания о механизмах взаимодействия лазерного облучения с различными типами биологических систем, физических основах действия различных	Фрагментарные умения или отсутствие умений

различных диагностических систем в медицине	диагностических систем в медицине	
Владеть навыками компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями	Сформированное умение пользоваться методами компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями	Отсутствие навыков

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

Текущая аттестация производится в формах:

- устного опроса (опрос, собеседование);
- письменных работ (лабораторные работы, рефераты);

При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используется следующая шкала:

зачёт ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

незачёт ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям.

#### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Лазерное излучение: условия возникновения, принципы генерации.
2. Основные характеристики лазерного излучения.
3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом.
4. Радиационное поле излучения и его характеристики.
5. Линейные и нелинейные механизмы взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом.
6. Взаимодействие коротких импульсов со средой.
7. Фемтохимия и аттофизика.
8. Эффекты взаимодействия лазерного излучения с биотканями.
9. Оптические характеристики биотканей.
10. Виды теплового воздействия лазерного излучения (коагуляция, абляция, денатурация и т.д.).
11. Фотохимический и фотодинамический эффекты.
12. Различные гипотезы о механизме воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на биоткани.
13. Закон Бугера-Ламберта-Бера, определение оптических характеристик биологических тканей.
14. Методы определения оптических характеристик по измерению прошедшего излучения.
15. Методы определения оптических характеристик по измерению отраженному излучения.
16. Лазерное детектирование объекта в мутной среде.
17. Лазерные технологии в медицине.
18. Термометрия.



19. Контактная и неконтактная термометрия.
20. Измерение температуры ткани в присутствии лазерного излучения.
21. Лазерная резекция.
22. Лазеро-индуцированная термотерапия.
23. Лазерная абляция

### **Пример контрольно-измерительного материала для зачета**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии  
Овчинников О.В.

**Специальность** 30.05.03 Медицинская кибернетика  
**Дисциплина** Б1.В.04 Лазерные технологии в медицине  
**Форма обучения** Очная  
**Вид контроля** зачет  
**Вид аттестации** промежуточная

### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом.
2. Лазеро-индуцированная термотерапия.

Преподаватель