

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Лазерные информационные технологии в биомедицинских  
исследованиях

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Автоматизация научных исследований

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Лазерные информационные технологии в биомедицинских исследованиях относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.2: Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3: Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений</p>	<p>ПК-1.1: Знание основных моделей и принципов функционирования лазерных систем в биомедицине.</p> <p>ПК-1.2: Умение и навыки использования базовых знаний о применении лазерных технологий в биомедицине для решения научно-исследовательских задач в профессиональной деятельности</p> <p>ПК-1.3: Владение опытом использования знаний в области лазерной физики и биомедицины при решении научно-исследовательских задач</p>	Опрос	Экзамен: Контрольные вопросы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>

в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>65</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</b> <b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
ТВведение. Физические модели взаимодействия лазерного излучения с биообъектами 1	6	2	0	2	4
Распространение света в многослойных биотканях. Рассеяние и поглощение света биотканью.	10	4	0	4	6
Механизмы воздействия лазерного излучения на биообъекты	8	2	0	2	6
Физические основы применения лазеров в биомедицине (измерения и диагностика)	12	6	0	6	6
Методы ИК – молекулярной спектроскопии	10	4	0	4	6
Методы и алгоритмы спекл-интерферометрии в оценке параметров кровотока	6	2	0	2	4
Оптическая когерентная томография. Анализ и обработка данных.	6	2	0	2	4
Диагностика заболеваний по анализу выдыхаемого воздуха. Оптико-акустическая регистрация поглощения лазерного излучения молекулярными газами	6	2	0	2	4
Биомедицинские волоконно-оптические датчики и зонды. Биочипы	7	2	0	2	5
Лазерный микроспектральный анализ в биомедицинских исследованиях	8	2	0	2	6
Физические основы применения лазеров в медицине (хирургия, косметология и т.п.)	10	2	0	2	8
Современные тенденции использования лазерных источников в биомедицине	8	2	0	2	6
Аттестация	45				
КСР	2				2
Итого	144	32	0	34	65

## Содержание разделов и тем дисциплины

1. Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Спектральные особенности воздействия лазерного излучения на биоткань.
2. Структура биологических тканей и клеток. Оптические свойства биологических сред.
3. Распространение света в многослойных биотканях. Рассеяние и поглощение света биотканью.
4. Простейшие дискретные модели расчета оптических параметров ткани. Методы измерения оптических параметров биотканей
5. Флуоресценция в биотканях (однофотонная флуоресценция, многофотонная флуоресценция).
6. Механизмы воздействия лазерного излучения на биообъекты (фотохимическое воздействие, тепловые эффекты, фотодинамическое действие, лазерная хирургия).
7. Диагностика заболеваний по анализу выдыхаемого воздуха. Методы исследования многокомпонентных газовых смесей.
8. Области применения оптико-калориметрических методов в биологии и медицине.
9. Лазерный абсорбционный спектроанализатор с многопроходной ячейкой. Спектральный и интегральный показатели поглощения.
10. Метод газовой хроматографии.
11. Диффузионная оптическая спектроскопия и томография.
12. Динамическое рассеяние света в биосредах. Формирование спеклов и интерферометрия рассеивающих сред.
13. Конфокальная микроскопия. Оптическая когерентная томография.
14. Терагерцовая спектроскопия в биомедицине.
15. Оптические сенсоры для детектирования молекулярных газов ( биочипы).
16. Абсорбционная спектроскопия быстропротекающих процессов. Время-пролётный масспектрометр.
17. Лазерный микроспектральный анализ в биомедицинских исследованиях. Метод люминесцентного анализа белков и молекул ДНК.
18. Управление оптическими параметрами биосред (общие принципы).
19. Лазерные технологии в онкологии.
20. Лазерные технологии в сосудистой хирургии

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

## 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Маругин А.В., Савикин А.П., Шарков В.В. ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ: Учебное пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2019. - 85 с.

Рекомендовано методической комиссией радиофизического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.03 и 03.04.03 «Радиофизика» , 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Примеры тестовых контрольных вопросов:

1. В чём состоит преимущество медицинской диагностики по анализу выдыхаемого воздуха перед традиционными лабораторными методами?
2. Какие нелазерные методы исследования многокомпонентных газовых смесей применяются в настоящее время?
3. На чём основаны методы молекулярной спектроскопии ИК и терагерцового диапазонов?
4. Обосновать требования к характеристикам систем спектрального анализа молекулярных газовых смесей.
5. Какие газы-маркёры используются при диагностике заболеваний? Какое приблизительное соотношение концентраций газов-маркёров в выдыхаемом воздухе у здоровых и больных пациентов при лёгочных заболеваниях?
6. Какие современные типы газоанализаторов существуют? Алгоритмы обработки данных.
7. На чём основан метод газовой хроматографии? Принципиальная схема газового хроматографа. Чувствительность и точность анализа.
8. Объяснить принципы действия детекторов, используемых в газовых хроматографах.
9. Объяснить принцип действия время-пролётного лазерного массспектрометра.
10. Объяснить принцип действия оптического сенсора детектирования аммиака в интегральном исполнении.
11. Показать преимущества использования узкополосных перестраиваемых лазеров в молекулярной газовой спектроскопии.
- 5
12. Объяснить причины повышения чувствительности абсорбционной спектроскопии при размещении поглощающей ячейки внутри лазерного резонатора.
13. Обосновать преимущества использования когерентных источников излучения при формировании оптико-акустического сигнала при исследовании многокомпонентных газовых смесей.
14. Как найти величину сечение поглощения (например изотопов молекул CO<sub>2</sub>), используя базу данных HITRAN?

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Достаточный уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине и уровень понимания студентом изученного материала
не зачтено	Фрагментарные умения использования базовых знаний по применению лазерных технологий в биомедицине в профессиональной деятельности или их отсутствие

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

## Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

## Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше

		предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Спектральные особенности воздействия лазерного излучения на биоткань.
2. Структура биологических тканей и клеток. Оптические свойства биологических сред.
3. Распространение света в многослойных биотканях. Рассеяние и поглощение света биотканью.
4. Простейшие дискретные модели расчета оптических параметров ткани. Методы измерения оптических параметров биотканей
5. Флуоресценция в биотканях (однофотонная флуоресценция, многофотонная флуоресценция).
6. Механизмы воздействия лазерного излучения на биообъекты (фотохимическое воздействие, тепловые эффекты, фотодинамическое действие, лазерная хирургия).
7. Диагностика заболеваний по анализу выдыхаемого воздуха. Методы исследования многокомпонентных газовых смесей.
8. Области применения оптико-калориметрических методов в биологии и медицине.
9. Лазерный абсорбционный спектроанализатор с многопроходной ячейкой. Спектральный и интегральный показатели поглощения.
10. Метод газовой хроматографии.
11. Диффузионная оптическая спектроскопия и томография.
12. Динамическое рассеяние света в биосредах. Формирование спеклов и интерферометрия рассеивающих сред.
- 8
13. Конфокальная микроскопия. Оптическая когерентная томография.
14. Терагерцовая спектроскопия в биомедицине.
15. Оптические сенсоры для детектирования молекулярных газов ( биочипы).
16. Абсорбционная спектроскопия быстропротекающих процессов. Время-пролётный масспектрометр.
17. Лазерный микроспектральный анализ в биомедицинских исследованиях. Метод

люминесцентного анализа белков и молекул ДНК.

18. Управление оптическими параметрами биосред (общие принципы).

19. Лазерные технологии в онкологии.

20. Лазерные технологии в сосудистой хирургии.

21. Применение лазерных систем в косметологии.

22. Лазерная низкоинтенсивная терапия и биостимуляция

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все индикаторы компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Хотя бы одна часть компетенции сформирована на уровне «неудовлетворительно»
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Хотя бы одна часть компетенции сформирована на уровне «плохо»

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Молекулярные механизмы биологического действия оптического излучения : [сб. ст.] / АН СССР, Науч. совет по проблемам биол. физики, Ин-т биол. физики ; отв. ред. А. Б. Рубин. - М. : Наука, 1988. - 231 с. : ил. - ISBN 5-02-003942-X : 4.00., 3 экз.
2. Приезжаев Александр Васильевич. Лазерная диагностика в биологии и медицине. - М. : Наука,



1989. - 237, [1] с. : ил. - (Проблемы науки и технического прогресса : ПНТП). - ISBN 5-02-014049-X : 1.60., 2 экз.

3. Шмидт Вернер. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов / пер. с англ. Н. П. Ивановской ; под ред. С. В. Савилова. - М. : Техносфера, 2007. - 368 с., 6 полос цв. вклейки. - (Мир физики и техники ; II - 07). - ISBN 978-5-94836-140-6 : 978-3-527-29911-9 (нем.), 2 экз.

Дополнительная литература:

1. Янг Мэтт. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы = Optics and Lasers, Including Fibers and Optical Waveguides / пер. с англ. Н. А. Липуновой, О. К. Нания, В. В. Стратонович ; под ред. В. В. Михайлина. - М. : Мир, 2005. - 541 с. : ил. - ISBN 5-03-003457-9 (русск.) : 55.00., 2 экз.

2. Жаров Владимир Павлович. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия / отв. ред. А. М. Бонч-Бруевич ; АН СССР, Ин-т спектроскопии. - М. : Наука, 1984. - 320 с. : ил. - 3.90., 2 экз.

3. Тучин Валерий Викторович. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1998. - 384 с. : ил. - 34.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Маругин А. В. Лазерная спектроскопия : учебное пособие / Маругин А. В., Савикин А. П., Шарков В. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. - 85 с. - Рекомендовано методической комиссией радиофизического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.03 и 03.04.03 «Радиофизика», 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=709574&idb=0>

Беликов А.В., Скрипник А.В. Лазерные биомедицинские технологии (часть 1). Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 116 с.

<https://books.ifmo.ru/file/pdf/359.pdf>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Мультимедийный проектор

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Савикин Александр Павлович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Оболенский Сергей Владимирович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.