

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физического факультета

С.Н. Филимонов

« 01 » 09 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Лазерные методы в биомедицине

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки

«Физические методы и информационные технологии в биомедицине»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.02.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.П. Демкин

Председатель УМК

О.М. Сюсина

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- УК-1 – способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- ПК-3 – способен соблюдать правила безопасности в потенциально опасных лабораторных условиях.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

- ИУК-1.1. Выявляет проблемную ситуацию, на основе системного подхода осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику.
- ИУК-1.2. Осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации
- ИУК-1.3. Предлагает и обосновывает стратегию действий с учетом ограничений, рисков и возможных последствий.
- ИПК-3.1. Знает основные требования к проведению экспериментов с биообъектами в потенциально опасных лабораторных условиях и характер физиологических изменений.
- ИПК-3.2. Умеет обеспечивать биологическую безопасность при работе в научно-исследовательских лабораториях.
- ИПК-3.3. Владеет приемами выявления конкретных биологических рисков при работе с биологическими объектами.

2. Задачи освоения дисциплины

- Знакомство с основами взаимодействия лазерного излучения с веществом;
- знакомство с физиологическими эффектами воздействия лазерного излучения;
- знакомство с многообразием методов лазерной диагностики применяемых в биомедицине.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2).

Дисциплина знакомит с основами взаимодействия лазерного излучения с веществом, физиологическими эффектами воздействия лазерного излучения, учит ориентироваться в многообразии методов лазерной диагностики применяемых в биомедицине. Особое внимание уделяется физическим основам диагностического применения лазеров в биологии и медицине. Анализируются наиболее широко используемые и перспективные методы диагностики. Подробно рассматриваются методы, основанные на анализе рассеяния света и флуоресценции. Также обсуждаются абсорбционные, калориметрические, интерференционные, голографические методы диагностики. Дается описание лазерной диагностической аппаратуры. В результате изучения курса обучающиеся приобретают фундаментальные и прикладные знания о принципах экспериментальных исследований и измерениях параметров оптического излучения, а также интерпретации полученных результатов.

Полученные в рамках дисциплины компетенции необходимы для эффективной организации научно-исследовательской работы и написания выпускной квалификационной работы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны иметь общие представления о принципах работы лазера и основ спектроскопии.

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

- лекции: 18 ч.;
- лабораторные работы: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Основы физики лазеров.

Понятие лазера, отличие от других источников оптического излучения, устройство и принцип работы. Типы лазеров газовые, твердотельные, лазеры на красителях, OLED.

Тема 2. Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом, поглощение, упругое рассеяние, флуоресценция, СКР. Техника безопасности при работе с лазерами. Физиологические эффекты воздействия лазерного излучения. Знания характера физиологических изменений и их связи с энергетическими, спектральными, временными и пространственными характеристиками излучения.

Тема 3. Физические принципы нефелометрии.

Диагностика параметров биологических частиц и тканей с помощью исследования угловых и поляризационных характеристик упруго рассеянного излучения (лазерная нефелометрия). Физические принципы.

Тема 4. Физические основы методов использующих квазиупругое рассеяние и КР.

Лазерная спектрометрия квазиупругого рассеяния. Физические основы метода и возможности использования лазерного светорассеяния для изучения динамических характеристик биологических микрообъектов: коэффициентов диффузии, скоростей направленного транспорта и миграционного движения, параметров внутримолекулярной и внутриклеточной подвижности. Основные типы применяемых спектрометров. Диагностика биологических объектов на основе измерения коэффициентов диффузии. Трансляционная диффузия. Диагностика биологических объектов на основе регистрации скоростей направленного движения. Лазерная доплеровская спектроскопия живых клеток и диагностика внутриклеточной подвижности.

Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Применение спектроскопии КР в биохимических исследованиях. Изучение белков. КР-микроскопия биологических структур и живых клеток. Применение спектроскопии КР в офтальмологии. Использование спонтанного комбинационного рассеяния для диагностики сахара в крови.

Тема 5. Интерферометрические и голографические методы.

Интерферометрические и голографические методы диагностики. Лазерная ретинометрия. Лазерная диагностика в офтальмологии. Диагностические возможности голографии для изучения глазного дна. Метод флуоресцентной ангиографии.

Тема 6. Абсорбционные и калориметрические методы диагностики.

Абсорбционные и калориметрические методы диагностики. Абсорбционно-трансмиссионный анализ с использованием перестраиваемых лазеров. Абсорбционная спектроскопия быстропротекающих процессов. Классификация и основы калориметрических методов диагностики. Области применения калориметрических методов.

Тема 7. Лазерно-флуоресцентный анализ.

Лазерный флуоресцентный анализ. Лазерная флуоресцентная микроскопия и микроспектрофлуориметрия. Примеры применения лазерной флуоресцентной диагностики в медицине.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки результатов лабораторных работ, предполагающих самостоятельную работу по поиску, анализу, обработке информации, подготовке и оформлению результатов в форме отчетов.

Балльная оценка текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине составляет максимум **69 баллов**.

Таблица 9.1

№ п/п	Вид контроля	Количество	Количество баллов за 1 ед. контроля	Сумма
1.	Посещение лекций	9	1	9
2.	Выполнение лабораторных работ	3	20	60
	ИТОГО			69

Основным критерием балльной оценки текущего контроля успеваемости является **оценка качества выполнения лабораторной работы** (содержание ответа, полнота ответа, владение профессиональным языком).

Индикаторы балльной оценки лабораторной работы (**общее количество – 20 баллов**):

- 0-10 баллов – отчет оформлен по требованиям, содержит выводы;
- 0-5 баллов – отчет подготовлен с нарушением требований, выводы отсутствуют;
- 4-5 баллов – отчет не содержит ошибок в расчетах, упущений; составлен профессиональным языком;
- 0-3 баллов – ответ содержит ошибки в расчетах, упущения;
- 0-5 баллов – ответы по содержательной части лабораторной работы максимально полно раскрывают суть каждого вопроса.

Текущий контроль фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в письменной форме по билетам. Каждый экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов по одной из тем дисциплины. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Понятие лазера, отличие от других источников оптического излучения, устройство и принцип работы.
2. Типы лазеров газовые, твердотельные, лазеры на красителях.
3. Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом, поглощение, упругое рассеяние, флуоресценция, СКР.
4. Техника безопасности при работе с лазерами. Физиологические эффекты воздействия лазерного излучения.

5. Физические принципы нефелометрии.
6. Лазерная спектрометрия квазиупругого рассеяния.
7. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния.
8. Интерферометрические и голографические методы диагностики.
9. Абсорбционные и калориметрические методы диагностики.
10. Классификация и основы калориметрических методов диагностики.
11. Лазерный флуоресцентный анализ.

К экзамену допускаются только те студенты, кто удовлетворительно выполнили все лабораторные работы.

Балльная оценка промежуточной аттестации (в форме экзамена) составляет максимум **31 балл**.

Индикаторы балльной оценки ответа на экзамене:

– 22-31 балл – ответы на вопросы билета не содержат ошибочных элементов и утверждений, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержательны и убедительны;

– 15-21 баллов – в ответах на вопросы билета допущены непринципиальные ошибки и неточности, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат упущения;

– 8-14 баллов – в ответах на вопросы билета допущены несколько принципиальных ошибок, ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат упущения;

– 0-7 баллов – ответы на вопросы билета имеют многочисленные ошибки, упущения или содержание ответов не имеет отношения к поставленному вопросу; ответы на дополнительные устные вопросы экзаменатора содержат ошибки.

Баллы, полученные на экзамене, суммируются с баллами, полученными по итогам текущего контроля. На основе итогового количества баллов выставляется оценка.

Соответствие 100-балльной шкалы оценок 4-альтернативной шкале оценок:

- 0-32 баллов – «неудовлетворительно»,
- 32-55 баллов – «удовлетворительно»,
- 55-78 баллов – «хорошо»,
- 78-100 баллов – «отлично».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» – <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2955>;

б) оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;

в) примерные темы лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 «Освоение методики измерения калибровочной кривой и удельных характеристик оптического излучения».

Лабораторная работа №2 «Определение порога разрушения оптически прозрачной органической среды».

Лабораторная работа №3 «Изучение энергетических и спектральных характеристик лазерно-активной среды для фото-динамической терапии».

Лабораторная работа №1 «Освоение методики измерения калибровочной кривой и удельных характеристик оптического излучения».

Примеры заданий:

– Освоить навыки работы с лазером LQ-529B и устройствами для измерения энергетических характеристик. Снять калибровочную кривую.

Лабораторная работа №2 «Определение порога разрушения оптически прозрачной органической среды»

Примеры заданий:

– Освоить метод определения порога разрушения органических полимерных лазерных сред.

Лабораторная работа №3 «Изучение энергетических и спектральных характеристик лазерно-активной среды для фото-динамической терапии»

Примеры заданий:

– Изучить методы исследования спектральных характеристик лазерно-активной среды.

– Освоить навыки работы с лазером и устройствами для измерения спектральных характеристик лазерно-активной среды.

Характерными показателями развития самостоятельности у студента в результате освоения дисциплины являются: теоретическое осмысление изучаемого материала, накопление необходимых умений и навыков, интерес к процессу создания продукта собственной самостоятельной деятельности, умение провести презентацию созданного продукта, умение отстаивать собственную точку зрения или предложенный вариант решения проблемы, рефлексия своей деятельности и результата.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Moskvina S.V., Kisselev S.B. Laser therapy for joint and muscle pain. – M.–Tver: Triada, 2017

2. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.

3. Kulikov K. Laser interaction with biological material : mathematical modeling [Electronic resource] / K. Kulikov. – Springer International Publishing, 2014. – 149 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-01739-6> (access date: 25.02.2022).

4. Schmidt V. Laser technology in biomimetics [Electronic resource] / V. Schmidt, M. R. Belegatis. – Berlin : Heidelberg : 2013. – 267 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-41341-4> (access date: 25.02.2022).

5. Abramczyk H. Introduction to laser spectroscopy [Electronic resource] / H. Abramczyk. – Amsterdam : Elsevier Science & Technology, 2005. – 331 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://site.ebrary.com/lib/tomskuniv/docDetail.action?docID=10138052> (access date: 25.02.2022).

6. Encyclopedia of biophysics [Electronic resource] / ed. G. C. K. Roberts. – Berlin : Heidelberg, 2013. – 2797 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/referencework/10.1007/978-3-642-16712-6> (access date: 25.02.2022).

б) дополнительная литература:

1. Мандра Ю. В. Лазерные технологии в стоматологии. Учебное пособие / Мандра Ю. В., Абдулкеримов Х.Т., Светлакова Е. Н., Григорьев С. С., Жегалина Н. М., Семенцова Е. А., Власова М. И., Болдырев Ю. А., Котикова А. Ю., Ивашов А. С., Легких А. В., Абдулкеримов Т. Х., Диомидов И. А. – Екатеринбург: Издательский Дом «ТИРАЖ», 2019 – 140 с.

2. Неворотин А. И. Введение в лазерную хирургию: Учеб. пособие. – СПб.: СпецЛит, 2000. – 175 с.: ил.

3. Handbook of coherent-domain optical methods : biomedical diagnostics, environmental monitoring, and materials science [Electronic resource] / ed. V. V. Tuchin. – New York : Springer Science+Business Media, 2013. – 1330 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/referencework/10.1007/978-1-4614-5176-1> (access date: 25.02.2022).

4. The Laser Technology: New Trends in Biology and Medicine [Electronic resource] / L. G. Legres [et al.] // Journal of modern physics. – 2014. – Vol. 5, № 5. – P. 267-279. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=44308> (access date: 25.02.2022).

5. Gibson K. F. Lasers in medicine – a review [Electronic resource] / K. F. Gibson, W. G. Kernohant // Journal of medical engineering & Technology. – 1993. – Vol. 17, is. 2. – P. 51-57. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03091909309008351#.Vs6m8X2LSM8> (access date: 25.02.2022).

6. Halbhuber K.-J. Modern laser scanning microscopy in biology, biotechnology and medicine [Electronic resource] / K.-J. Halbhuber, K. Konig // Annals of anatomy – Anatomischer anzeiger. – 2003. – Vol 185, is. 1. – P. 1–20. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094096020380002X> (access date: 25.02.2022).

7. Gourley P. L. Biocavity lasers for biomedicine [Electronic resource] / P. L. Gourley, M. F. Gourley // Trends in biotechnology. – 2000. – Vol. 18, is. 11. – P. 443-448. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167779900014967> (access date: 25.02.2022).

в) ресурсы сети Интернет:

1. Ресурсы библиотеки Springer link – <http://link.springer.com/>

2. Ресурсы библиотеки Elibrary – <http://site.elibrary.com>

3. Ресурсы библиотеки Scientific Research – <http://www.scirp.org/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.);

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных и семинарских занятий используется лаборатория моделирования физических процессов в биологии и медицине (аудитория № 442 второго учебного корпуса ТГУ), оснащенная интерактивной доской, звуковым и видеооборудованием, мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, ресурсов сети Интернет, других учебных материалов. Имеются персональные компьютеры студентов, с доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Для проведения лабораторных работ используется материально-техническая база Сибирского физико-технического института им. акад. В.Д. Кузнецова (аудитории № 201-202), оснащенные лазерными стендами и комплексами аппаратуры для проведения спектрально-люминесцентных исследований. Имеются средства индивидуальной защиты от когерентных излучений.

5. Информация о разработчиках

Тельминов Евгений Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета ТГУ.