

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

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

Laser methods in biomedicine
Лазерные методы в биомедицине

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки
Physics Methods and Information Technologies in Biomedicine
«Физические методы и информационные технологии в биомедицине»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.П. Демкин

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

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

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

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

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 требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования, в частности, 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.,

в том числе практическая подготовка: 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.

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 спектроскопия 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.

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. 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.

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

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

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.

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

Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

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 – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

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: 25.02.2024).

5. 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: 25.02.2024).

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. 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: 25.02.2024).

3. 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: 25.02.2024).

4. 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: 25.02.2024).

5. Halbhuter K.-J. Modern laser scanning microscopy in biology, biotechnology and medicine [Electronic resource] / K.-J. Halbhuter, 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: 25.02.2024).

6. 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: 25.02.2024).

в) ресурсы сети Интернет:

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

2. 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 OneNote, 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 – <https://koha.lib.tsu.ru/>

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

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

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

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

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

в) профессиональные базы данных (при наличии):

– PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)

14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных 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.

При организации занятий в дистанционном режиме возможно использование технологий – вебинара, Mind.

Помещения для самостоятельной работы, в том числе расположенные в НБ ТГУ, оснащены компьютерной техникой, имеют доступ к сети Интернет, информационным справочным системам, в электронную информационно-образовательную среду.

5. Информация о разработчиках

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

Измайлов Игорь Валерьевич, кандидат физико-математических наук, доцент радиофизического, физического факультетов ТГУ.