

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

Optical methods in biomedicine
Оптические 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
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.П. Демкин

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2024

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-2 – способен использовать свободное владение компьютерными программами анализа многомерных биомедицинских данных в задачах оценки состояния биосистем;
- 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-2.1. Знает принципы и методы сбора, обработки и наглядного представления медико-биологической информации.
- ИПК-2.2. Умеет планировать и разрабатывать дизайн медико-биологических исследований с использованием современных компьютерных технологий и программных средств.
- ИПК-2.3. Владеет навыками визуализации, моделирования, анализа результатов биомедицинских исследований.
- ИПК-3.1. Знает основные требования к проведению экспериментов с биообъектами в потенциально опасных лабораторных условиях и характер физиологических изменений

2. Задачи освоения дисциплины

- Познакомиться с основами взаимодействия излучения с веществом.
- Познакомиться с физическими основами методов спектрального анализа биологических объектов.
- Научиться применять спектральную технику для диагностических целей в биологии и медицине.

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.3).

Дисциплина нацелена на изучение современных принципов работы оптического и спектрального оборудования для решения биомедицинских задач. Особое внимание уделяется физическим основам методов электронной, ИК и Раман спектроскопии и их диагностического применения в биологии и медицине. Анализируются наиболее широко используемые в практике перспективные методы спектральной диагностики. В результате изучения курса обучающиеся приобретают фундаментальные и прикладные знания о принципах экспериментальных исследований с использованием современного спектрального оборудования, а также интерпретации полученных результатов.

Полученные в рамках дисциплины компетенции необходимы для эффективной организации научно-исследовательской работы с применением современного оптического и спектрального оборудования в области биомедицины, а также в клинической медицинской практике.

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

Семестр 3, экзамен.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны иметь общие представления о взаимодействии света с веществом.

Специальные компетенции для освоения дисциплины не предусмотрены.

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- лабораторные работы: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в эмиссионно-атомную спектроскопию.

Введение в атомную спектроскопию. Описание базовых элементов спектральной аппаратуры: источники и приемники света, оптические элементы, принципы работы спектральных приборов.

Тема 2. Применение колебательно-вращательных методов молекулярной спектроскопии в медицине.

Описание методов ИК спектроскопии их приложений в медицине. Спектрометры высокого разрешения в молекулярной спектроскопии (дифракционная спектроскопия, Фурье-спектроскопия, аналитические возможности спектрометров). Структура и спектры поглощения воды, в том числе в биологических объектах.

Тема 3. Применение методов электронной спектроскопии для биомедицины.

Методы электронной спектроскопии в медицине: основная схема фотофизических процессов, спектрально-люминесцентные свойства молекул межмолекулярные взаимодействия, сольватация молекул и ее спектральное проявление.

Тема 4. Спектроскопия комбинационного рассеяния света для аналитической диагностики в биомедицине.

Введение в спектроскопию комбинационного рассеяния. Техника спектроскопии комбинационного рассеяния.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки лабораторных заданий, 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 третьем 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=3660>

б) Cherepanov V.N., Sinitsa L.N., Petrov D.V., Karlovets E.V. Optical methods in biomedicine. Study Guide, 2016.

в) 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. 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: 24.02.2024).

2. Bujalowski W. Spectroscopic methods of analysis : methods and protocols [Electronic resource] / W. Bujalowski. – New York : Springer Science+Business Media, 2012. – 397 p. – (Methods in molecular biology, vol. 875). – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-61779-806-1>. (access date: 24.02.2024).

3. Rolfe P. In vivo near-infrared spectroscopy [Electronic resource] // Annual review of biomedical engineering. – 2000. – Vol. 2. – P. 715–754. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.bioeng.2.1.715> (access date: 24.02.2024).

4. Gould T. J. Optical nanoscopy : from acquisition to analysis [Electronic resource] / T. J. Goulds, S. T. Hess, J. Bewersdorf // Annual Review of biomedical engineering. – 2012. – Vol. 14. – P. 231–254. – The electronic version of the printing publication. – URL: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-bioeng-071811-150025> (access date: 24.02.2024).

5. Optical methods in biomedicine: Training manual/ ed. by V.N. Cherepanov. – Tomsk: Publishing House of Tomsk state university, 2016. – 201 p.

6. Atomic Spectroscopy and Radiative Processes electronic resource /by Egidio Landi Degl'Innocenti, Milano : Springer Milan : Imprint: Springer, 2014, XII, 430 p.

7. Optical Spectroscopy and Computational Methods in Biology and Medicine electronic resource / ed. by Malgorzata Baranska, Dordrecht: Springer Netherlands: Imprint: Springer, 2014, XII, 540 p.

8. Infrared Spectroscopy / ed. by J.M. Thompson. – Singapore: Pan Stanford Publishing Pte. Ltd, 2018. – 210 p.

9. Practical Fluorescence Spectroscopy / ed. by Z. Gryczynski, I. Gryczynski. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. – 792 p.

10. Advances in Near Infrared Spectroscopy and Related Computational Methods / ed. by C. Huck, K.B. Bec. – Switzerland: MDPI, 2019. – 498 p.
11. Review Near-Infrared Spectroscopy in Bio-Applications / K.B. Bec, J. Grabska, C.W. Huck. –Molecules. – 2020. – V. 25. – A. 2948; doi:10.3390/molecules25122948.
12. Near-Infrared Applications in Biotechnology / ed. by R. Raghavachari. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. – 392 p.
13. Vibrational Spectroscopy Applications in Biomedical, Pharmaceutical and Food Sciences / by A.A. Bunaciu, H.Y. Aboul-Enein, V. Dang Hoang. – Elsevier, 2020. – 256 p.
14. Analytical Techniques in Forensic Science / ed. by R. Wolstenholme, S. Jickells, S. Forbes. – John Wiley & Sons, Inc., 2020. – 442 p.
15. Handbook of Near-Infrared Analysis / ed. by E.W. Ciurczak, B. Igne, J. Workman, Jr., D.A. Burns. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2021. – 938 p.
16. Nanomaterials for Spectroscopic Applications / ed. by K. Pal. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2021. – 374 p.

б) дополнительная литература:

17. Introduction to special issue: Biophysics of development /S.McFann: Biophysical journal, 2021, V. 120, Issue 19, E1-E5. ([https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495\(21\)00773-6/](https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(21)00773-6/)).
18. Physical phenotype of blood cells is altered in COVID-19 / M. Kubankova et al. Biophysical journal, 2021, V. 120, Issue 14, P. 2838-2847. ([https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495\(21\)00454-9](https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(21)00454-9)).
19. On distributions of barrier crossing times as observed in single-molecule studies of biomolecules / A.M. Berezhkovskii et al. Biophysical reports, 2021, V. 1, Issue 2, 100029 ([https://www.cell.com/biophysreports/fulltext/S2667-0747\(21\)00029-X](https://www.cell.com/biophysreports/fulltext/S2667-0747(21)00029-X)).
20. Advances in Micropipette Aspiration: Applications in cell biomechanics, models, and extended studies / B. Gonzalez-Burmudez, et al. Biophysical respective, 2019, V. 116, Issue 4, P. 587-594 ([https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495\(19\)30020-7](https://www.cell.com/biophysj/fulltext/S0006-3495(19)30020-7)).
21. Mesoscale microscopy and image analysis tools for understanding the brain/ A. L. Tyso, Troy W. Margrie. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 2022, V. 168, P. 81-93 (<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2021.06.013>).
22. Tools and Trends in Bioanalytical Chemistry / ed. by L. T. Kubota, J. A. Fracassi da Silva, M. M. Sena, W. A. Alves. – Switzerland : Springer, 2022. – 558 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-82381-8> (access date: 24.02.2024).
23. Light–Matter Interaction (A Crash Course for Students of Optics, Photonics and Materials Science) / ed. by O. Stenzel. – Switzerland : Springer, 2022. – 548 p. – The electronic version of the printing publication. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-87144-4> (access date: 24.02.2024).

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Access, 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.);
- пакет программ Origin (фирмы OriginLab Corporation) для численного анализа данных и научной графики, включая различные статистические операции и обработку сигналов.

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 Юпайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- Google Scholar – <https://scholar.google.com/>

в) профессиональные базы данных (при наличии):

- Информационная система SPECTRA (<http://spectra.iao.ru>) (для моделирования и визуализации молекулярных спектров поглощения атмосферных газов).
- Oxford Medicine Online (<https://oxfordmedicine.com/>).
- 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.

15. Информация о разработчиках

Черепанов Виктор Николаевич, д-р физ.-мат. наук, профессор физического факультета ТГУ;

Аксенова Юлия Викторовна, канд. хим. наук, доцент физического факультета ТГУ;

Карловец Екатерина Владимировна, PhD, доцент физического факультета ТГУ;

Петров Дмитрий Витальевич, канд. техн. наук, доцент физического факультета ТГУ.