

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

Институт прикладной математики и компьютерных наук



А. В. Замятин

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Медицинская диагностика с использованием машинного обучения и
биофотоника**

по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки :

Интеллектуальный анализ больших данных

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.02.06

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.В. Замятин

Председатель УМК

С.П. Суценко

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-4 – способность использовать специализированные знания из разделов химии, биологии для проведения исследований в области биоинформатики, биомедицины и смежных дисциплин.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-4.3 Владеет основными биоинформатическими средствами анализа геномной, структурной и иной биологической информации.

ИПК-4.2 Находит и использует информацию, накопленную в базах данных по структуре геномов, белков и другой биологической информации.

ИПК-4.1 Применяет методы биологии и биоинформатики для получения новых знаний.

2. Задачи освоения дисциплины

- знакомство с основными явлениями взаимодействия оптического излучения с компонентами биоткани на молекулярном, клеточном уровнях и биотканью в целом;
- знакомство с физическими основами лазерной спектроскопии и молекулярного имиджинга;
- знакомство с прикладными аспектами лазерной молекулярной спектроскопии и молекулярного имиджинга в биологии и медицине;
- знакомство с подходами к разработке предиктивных моделей для медицинской диагностики с использованием методов биофотоники и машинного обучения.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Биоинформатика и биомедицина».

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

Третий семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Введение в биоинформатику, Основы молекулярной спектроскопии.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

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

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел 1. Введение в физические методы исследования в биологии и медицине

- 1.1. Классификация физических методов исследования
- 1.2. Фундаментальные оптические явления и эффекты взаимодействия лазерного излучения с веществом

Раздел 2. Оптика биотканей

- 2.1. Оптические явления в биоткани
- 2.2. Метод оптического просветления биотканей
- 2.3. Лазерный мониторинг скорости кровотока и лимфотока

Раздел 3. Концепция биомаркера и омикс подходы

- 3.1. Концепция биомаркера
- 3.2. Омикс подходы
- 3.3. Биологические субстанции для исследования молекулярных бимаркеров

Раздел 4. Методы лазерной молекулярной спектроскопии и молекулярного имиджинга

- 4.1. Абсорбционная спектроскопия
- 4.2. Спектроскопия комбинационного рассеяния
- 4.3. Двухфотонная микроскопия
- 4.4. Оптическая когерентная томография

Раздел 5. Биологические эффекты оптического излучения

- 5.1. Классификация фотобиологических процессов
- 5.2. Физические механизмы действия оптического излучения на живые структуры
- 5.3. Особенности взаимодействия мощного лазерного излучения с биотканями

Раздел 6. Медицинские приложения лазерной молекулярной спектроскопии и молекулярного имиджинга

- 6.1. Медицинская диагностика на основе спектрального анализа газовых проб биологического происхождения
- 6.2. Медицинская диагностика на основе спектрального анализа биологических жидкостей
- 6.3. Медицинская диагностика с использованием лазерного молекулярного имиджинга биологических тканей

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль подразумевает выполнение индивидуальных заданий с применением информационно-коммуникационных технологий. Индивидуальные задания выполняются в форме поиска и анализа англоязычных научных статей по теме занятия.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам.

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине
Дать характеристику следующих явлений и методов:

1. Флуоресценция и фосфоресценция.
2. Закон Бугера-Ламберта-Беера.
3. Рассеяние Рэлея.
4. Рассеяние и поглощение биологических тканей. основные закономерности.
5. Основные понятия спектроскопии поглощения и флуоресценции.
6. Принципы работы спектральных приборов.
7. Физические основы оптической когерентной томографии.
8. Физические основы Принцип работы многофотонных микроскопов
9. Метаболомика, молекулярные маркеры основных социально-значимых заболеваний
10. Основы методов хемометрики.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации:

1. Атеросклероз сосудов

2. Характеристика онкологической трансформации биоткани. Гетерогенность опухолей.
3. Формирование спектра диффузного отражения кожи человека. Влияние рассеяния и поглощения. Основные хромофоры кожи.
4. Автофлуоресценция кожи. Основные флуорофоры кожи.
5. Особенности формирования поляризационных характеристик обратно рассеянного света.
6. Спектроскопии одно- и многофотонного поглощения биотканей
7. Спектральные характеристики упругого и неупругого рассеяния биотканей
8. Принципы оптической когерентной томографии.
9. Принципы многофотонной спектроскопии. Технология FLIM
10. Оптическое просветление биотканей.
11. Метод оптико-акустической проточной цитометрии.
12. Молекулярные маркеры основных социально-значимых заболеваний.
13. Метод главных компонент
14. Метод опорных векторов
15. Подходы к построению многоклассовых классификаторов

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

На оценку промежуточной успеваемости студента непосредственно влияет оценка текущей успеваемости, которая определяется из суммы баллов, полученных студентом за посещение занятий, успешность выполнения практических работ.

Таблица 10.1

Оценивание учебной деятельности студента

Учебная деятельность студента	Баллы		
	За каждое задание	За один вид уч. деятельности	Суммарное количество
Лекционные и практические занятия			
Посещение занятий (32 часа)	0,5	16	16
Ведение практических и самостоятельных работ (140,5 часов)	0,5	70	70
Устный опрос (7 контрольных точек)	0,5	14	14
Всего			100

Сумма баллов, набранная студентом в течение семестра, переводится в оценку текущей успеваемости студента по приведенной ниже шкале. Студенты, не получившие зачет по текущей успеваемости, к экзамену не допускаются.

Шкала перевода баллов в оценку текущей успеваемости

Баллы	Оценка
80–100 (при условии выполнения всех практических работ)	отлично
60–80 (при условии выполнения всех практических работ)	хорошо
40–60 (при условии выполнения всех практических работ)	удовлетворительно

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– под ред. В.В. Тучина. Оптическая биомедицинская диагностика: учеб. пособие: в 2 т./ пер. с англ. – М.: Физматлит, 2007.

– Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях, 2-е издание. – М.: Физматлит, 2010.

– Тучин В.В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике. – М.: Физматлит, 2013.

– Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии : учеб. Пособие. – М.: Мир: БИНОМ. Лаб. Знаний, 2008.

– Ландсберг Г.С. Оптика : учеб. пособие . -6-е изд., стер. – М.: Физматлит, 2010.

– Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. – М.: Медицина, 2003.

б) дополнительная литература:

– Y.V. Kistenev; A.V. Borisov; D.A. Vrazhnov. Medical Applications of Laser Molecular Imaging and Machine Learning. – SPIE, 2021.

– Smolyanskaya O.A., Chernomyrdin N.V., Konovko A.A., Zaitsev K.I., Ozheredov I.A., Cherkasova O.P., Nazarov M.M., Guillet J.-P., Kozlov S.A., Kistenev Y.V., Coutaz J.-L., Mounaix P., Vaks V.L., Son J.-H., Cheon C., Wallace V.P., Feldman Y., Popov I.B., Yaroslavsky A.N., Shkurinov A.P., Tuchin V.V. Terahertz biophotonics as a tool for studies of dielectric and spectral properties of biological tissues and liquids. – Progress in Quantum Electronics, 2018.

– Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. – М.: Техносфера, 2007.

– Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. – М.: Техносфера, 2005.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Коды на языке Python по отдельным алгоритмам, реализующим конвейер машинного обучения (<https://github.com/biophotonics-lab-tsu/monograph>)

б) информационные справочные системы:

– Hitran on the Web (<https://hitran.iao.ru/>)

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Оптический когерентный томограф «Thorlabs Ganymede™-II: Спектральный оптический когерентный томограф с высоким разрешением, рабочая длина волны 900 нм. Наблюдение и регистрации экспериментов с образцами.

Терагерцовый спектрометр реального времени серии T-SPEC с фемтосекундным лазером. Регистрация спектров поглощения образцов в ТГц области.

Мультифотонный микроскоп MPTflex: исследование структуры и оптических характеристик образцов, регистрация флуоресценции и сигнала второй гармоники.

Лазерный фото-акустический газовый спектрометр с источником лазерного излучения на основе оптического генератора света с диапазоном перестройки 2.5-10.6мкм. Исследование газовых биопроб.

15. Информация о разработчиках

Кистенев Юрий Владимирович, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры общей и экспериментальной физики