

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

Biophysical foundations of living systems
Биофизические основы живых систем

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;
- ОПК-2 – способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики.

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
- ИОПК-2.1. Оценивает перспективность планируемых исследований с точки зрения трендов развития выбранной научной области.
- ИОПК-2.2. Определяет задачи научного исследования, составляет план работ, распределяет обязанности между членами научного коллектива.

2. Задачи освоения дисциплины

- Изучить биофизические основы функционирования биологических объектов.
- Познакомиться с основными биофизическими методами исследования биологических объектов.
- Научиться применять физические законы для описания биологических процессов.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

Дисциплина освещает вопросы, касающиеся основ электрогенеза в биологических тканях, восприятия и преобразования сигналов в рецепторах, биомеханики кровеносной системы и методов их исследования.

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

Семестр 3, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Специальные компетенции для освоения дисциплины не предусмотрены.

6. Язык реализации

Английский.

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых:

- лекции: 12 ч.;
 - практические занятия: 12 ч.,
- в том числе практическая подготовка: 12 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Биофизика клетки

1.1. Мембрана клетки. Строение и функции мембраны клетки. Биофизика трансмембранного транспорта. Пассивный и активный транспорт веществ через мембрану. Ионные каналы, основные принципы их работы. Проницаемость мембраны для молекул воды.

1.2. Биоэлектрические явления. Пассивные электрические свойства клеточной мембраны. Эквивалентные электрические схемы мембраны клетки. Потенциал покоя мембраны клетки. Уравнение Нернста. Уравнение Гольдмана-Катца. Порог возбуждения. Кривая «сила-длительность», реобазы и хронаксия. Электротонические потенциалы, локальный ответ.

1.3. Биоэлектрические явления. Активные электрические свойства клеточной мембраны. Потенциал действия аксона нейрона. Абсолютная и относительная рефрактерность. Проведение потенциала действия по миелиновому и безмиелиновому волокну. Проведение потенциала действия через функциональные и геометрические неоднородности.

Тема 2. Биофизика кровеносной системы

2.1. Биофизика системы кровообращения. Биофизика сердца. Строение сердца. Структурные и функциональные особенности кардиомиоцитов. Особенности потенциала действия кардиомиоцитов. Биомеханика миокарда. Закон Франка-Старлинга. Сердечный цикл, его фазы и их характеристики. Механизм автоматизма сердца. Проводящая система сердца. Генерация возбуждения в синоатриальном узле. Проведение возбуждения по сердцу.

2.2. Биофизика системы кровообращения. Анатомические особенности кровеносных сосудов. Функциональное деление сосудистого русла. Структурные и функциональные особенности гладкомышечных клеток. Гемодинамика. Напряжение сдвига. Закон Бернулли. Сопротивление кровотоку. Закон Гагена-Пуазейля.

Тема 3. Биофизика сенсорных систем

3.1. Понятие сенсорных систем. Общие свойства рецепторов. Этапы рецепторного процесса. Рецепторный потенциал, возбуждающий и тормозный постсинаптический потенциал, генераторный потенциал. Общий механизм рецепторного потенциала. Биофизика слуха. Строение органа слуха. Передача звукового сигнала на структуры внутреннего уха. Особенности структурной организации слуховых рецепторов. Механизм рецепции звука. Механизмы селективной рецепции звуков различной частоты. Распространение звуковой волны по основной мембране внутреннего уха: волны Бекеша, их роль в рецепции звуков.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки отчетов по практическим заданиям.

Подготовка к практическим занятиям предполагает самостоятельную работу студентов по поиску, анализу, обработке информации, подготовке отчетов по практике.

Результаты практических заданий, частично или полностью выполняемых в неаудиторное время (самостоятельно), представляются на обсуждение перед аудиторией.

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

Зачет в третьем семестре возможен по результатам текущей успеваемости (свыше 75 баллов). В другом случае промежуточная аттестация проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность зачета 1 час.

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=2951>

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. Антонов В. Ф., Козлова Е. К., Черныш А. М. Физика и биофизика для студентов медицинских вузов: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальностям 060101.65 "Лечебное дело", 060103.65 "Педиатрия", 060105.65 "Медико-профилактическое дело" по дисциплине "Физика" [Электронный ресурс] / В. Ф. Антонов, Е. К. Козлова, А. М. Черныш. - 2-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 472 с. - URL: <http://ezproxy.ssmu.ru:2048/login?url=http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435267.html>

2. Самойлов В.А. Медицинская биофизика : учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. О. Самойлов.— 3-е изд., испр. и доп. — СПб. : СпецЛит, 2013.— 591 с. URL: <http://ezproxy.ssmu.ru:2048/login?url=https://www.books-up.ru/book/medicinskaya-biofizika-3377141/>

б) дополнительная литература:

1. Камкин А.Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 592 с.

2. Паршин В.Б., Иткин Г.П. Биомеханика кровообращения: Учеб.пособие / Под ред. С.И. Щукина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 224 с.

3. Earl E., Mohammadi H. Biomechanics of Human Blood [Electronic resource] // from the edited volume Biomechanics. – 2018. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/64383>.

4. Gasser T.C. Vascular Biomechanics Concepts, Models, and Applications [Electronic resource] // Springer. – 2022. – 608 p. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-030-70966-2.pdf?pdf=button>.

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 занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 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 практических занятий также используется материально-техническая база кафедры биофизики и функциональной диагностики Сибирского государственного медицинского университета.

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

Смаглий Людмила Вячеславовна, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры биофизики и функциональной диагностики медико-биологического факультета Сибирского государственного медицинского университета, доцент кафедры общей и экспериментальной физики Томского государственного университета.