

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| <b>Код модуля</b> | <b>Модуль</b> |
|-------------------|---------------|
| 1159471           | Биофизика     |

Екатеринбург

| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>                            | <b>Учетные данные</b>                                     |
|--|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Нанотехнологии и микросистемная техника | <b>Код ОП</b><br>1. 28.03.01/33.01                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Нанотехнологии и микросистемная техника    | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 28.03.01 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя<br/>Отчество</b>      | <b>Ученая<br/>степень, ученое<br/>звание</b>  | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                                  |
|--------------|--------------------------------------|---|------------------|---|
| 1            | Колчанова<br>Светлана<br>Геннадьевна | кандидат<br>физико-<br>математических<br>наук | доцент           | департамент<br>фундаментальной и<br>прикладной физики |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Биофизика

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Одноименная дисциплина модуля предполагает ознакомление с физическими основами организации и функционирования биологических объектов на различных уровнях их организации (клеточном, тканевом, на уровне органов и организма) для формирования представлений о современных физических методах, используемых при исследовании биологических систем, об основных проблемах различных разделов биофизики.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п            | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1                | Биофизика  | 3   |
| ИТОГО по модулю: |  | 3   |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Пререквизиты модуля                | 1. Введение в биологию и экологию |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | Не предусмотрены                  |

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля | Код и наименование компетенции  | Планируемые результаты обучения (индикаторы)  |
|---------------------------|---|---|
| 1                         | 2   | 3   |
| Биофизика                 | ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества | З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества<br>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний<br>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>             |
|  | <p>ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники</p> | <p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p>   |
|  | <p>ПК-2 - Способен проводить анализ результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур и готовить научно-технические отчеты</p>                    | <p>З-1 - Определить методы обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-2 - Правильно интерпретировать результаты проведенных измерений</p> <p>У-3 - Соотносить результаты измерений с современным мировым состоянием дел в области нанотехнологий на основе актуальных литературных данных</p> <p>П-1 - Сделать вывод о параметрах наноматериалов и наноструктур на основе анализа результатов измерений</p> |

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Биофизика**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>       | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>   | <b>Должность</b> | <b>Подразделение</b>                                     |
|--------------|-----------------------------------|--|------------------|--|
| 1            | Колчанова Светлана<br>Геннадьевна | кандидат физико-<br>математических<br>наук | доцент           | департамент<br>фундаментальной<br>и прикладной<br>физики |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 3 от 17.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Колчанова Светлана Геннадьевна, доцент, департамент фундаментальной и прикладной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины*                      | Содержание   |
|-------------------|---|--|
| P1.T1             | Введение в биофизику                          | Предмет и задачи биофизики. История развития отечественной биофизики.  |
| P2                | Молекулярная биофизика                        |  |
| P2.T1             | Биополимеры                                   | Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Силы Ван-дер-Ваальса (ориентационное, индукционное и дисперсионное взаимодействия); водородные связи и электростатические взаимодействия. |
| P2.T2             | Вода и ее свойства                            | Строение и свойства молекулы воды. Водородные связи. Особенности воды как растворителя. Гидрофобные и гидрофильные взаимодействия в биоструктурах. Образование структур из амфифильных молекул. Конформации полипептидных цепей. Роль воды в динамике белков.  |
| P2.T3             | Физические методы изучения подвижности белков | Основные методы изучения конформационной подвижности белков: люминесцентные методы, ЭПР, ЯМР, ЯГР спектроскопии.   |
| P3                | Биофизика мембранных процессов                |  |

|              |                                |   |
|--------------|--------------------------------|---|
| <b>Р3.Т1</b> | Биологические мембраны         | <p>Клетка как элементарная живая система. Строение клетки и биологические мембраны. Основные функции биологических мембран.</p> <p>Развитие представлений о структурной организации мембран. Представления о липидном составе биомембран. Модельные мембранные системы. Состав биомембран. Вода как составной элемент биомембран.</p>   |
| <b>Р3.Т2</b> | Физические свойства мембран    | <p>Жидкокристаллическое состояние биологических мембран. Фазовые переходы липидов в мембранах (фазовые переходы: ЖК состояние – гель – ЖК состояние; температурный переход).</p> <p>Подвижность молекулярных компонентов в мембранах. Вращательная подвижность и латеральная диффузия липидов и белков. Флип - флоп переходы.</p> <p>Механизмы разрушения липидного слоя.</p>   |
| <b>Р3.Т3</b> | Виды транспорта через мембрану | <p>Возникновение дефектов типа «сквозная пора». Модель критической поры. Образование критических пор в электрическом поле.</p> <p>Пассивный транспорт веществ через биомембраны. Химический и электрохимический потенциалы. Уравнение Теорелла. Уравнение Нернста-Планка. Классификация видов пассивного транспорта.</p> <p>Простая диффузия неэлектролитов. Первый закон Фика. Проницаемость и коэффициент диффузии. Нестационарная диффузия. Второй закон Фика.</p> <p>Диффузия через поры. Особенности липидных пор, их роль в переносе воды.</p> <p>Облегченная диффузия. Модель облегченной диффузии. Особенности переноса по механизму облегченной диффузии.</p> <p>Осмоз и осмотическое давление. Фильтрация.</p> <p>Активный транспорт. Опыты Уиссинга.</p> <p>Ионные насосы. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы и ионофоры. Подвижные переносчики (валиномицин, нирегицин) и каналобразующие агенты (грамицидин А, аламецитин).</p> |
| <b>Р3.Т4</b> | Мембранные потенциалы          | <p>Уравнение Гольдмана для мембранного потенциала. Соотношение Уиссинга.</p> <p>Потенциал действия. Измерение потенциалов в возбудимых мембранах. Схема эксперимента, результаты. Мембранная гипотеза возникновения потенциала действия.</p> <p>Ионные токи в мембране аксона. Метод фиксации потенциала. Эквивалентная электрическая схема мембраны. Разделение мембранного тока на компоненты. Распространение нервного импульса вдоль возбудимого волокна. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам.</p>  |

|              |  |   |
|--------------|--|---|
|              |  | Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Описание подвижности ионов $\text{Na}^+$ и $\text{K}^+$ . Ионные каналы клеточных мембран. Основные свойства, структура.  |
| <b>P4.T1</b> | Биофизика мышечного сокращения                       | Структура и функционирование поперечно-полосатой мышцы позвоночных. Строение саркомера.<br>Экспериментальные режимы исследования сократительных характеристик мышц.<br>Электромеханическое сопряжение в мышцах. Теории механизма мышечного сокращения.  |
| <b>P5</b>    | Биофизика системы кровообращения                     |   |
| <b>P5.T1</b> | Движение жидкостей. Основные законы                  | Вязкость жидкости. Уравнение Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости<br>Течение вязкой жидкости по трубам. Формула Пуазейля<br>Движение тел в вязкой жидкости. Закон Стокса. Турбулентное течение. Число Рейнольдса<br>Методы определения вязкости жидкости. Клинический метод определения вязкости крови.  |
| <b>P5.T2</b> | Гемодинамика   | Система кровообращения. Большой и малый круги кровообращения. Линейная и объемная скорость кровотока. Особенности течения крови в различных участках кровеносного сосуда, пульсовая волна.<br>Особенности движения крови в капиллярах, деформация эритроцитов. Общее сопротивление системы сосудов, соединенных последовательно или параллельно. Агрегация (межклеточные взаимодействия) эритроцитов и ее влияние на гемодинамику.<br>Динамика движения крови в капиллярах. Фильтрационно-реабсорбционные процессы.<br>Показатели производительности работы сердца. |
| <b>P5.T3</b> | Математические методы и модели описания гемодинамики | Основные этапы моделирования. Классификация моделей. Основные требования к моделям.<br>Математическая модель кровотока при фильтрационно-реабсорбционных процессах. Градиент скорости течения крови в различных участках кровеносной системы и его значение в развитии патологических состояний. Особенности кровотока при локальном сужении сосуда. Резистивная модель.<br>Гемодинамические следствия стеноза и атеросклероза сосудов, гипоксия тканей.  |
| <b>P6.T1</b> | Термодинамика биологических процессов                | Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Энтропия.<br>Применимость законов термодинамики к описанию живых систем.<br>Стационарное состояние. Принцип минимума производства энтропии. Теорема Пригожина.  |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>Организм как открытая система. Термометрия и калориметрия</p> <p>Физические свойства нагретых и холодных сред, используемых для лечения. Применение низких температур в медицине</p> |
|--|--|---|

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности | Технология воспитательной деятельности | Компетенция   | Результаты обучения   |
|---|---------------------------------|--|---|---|
| Профессиональное воспитание             | профориентационная деятельность | Технология самостоятельной работы      | ПК-1 - Способен проводить экспериментальные исследования по получению и измерению характеристик материалов и компонентов нано- и микросистемной техники | <p>З-2 - Сделать обзор научно-технической информации по поставленной профессиональной задаче для оптимального планирования экспериментального исследования</p> <p>У-2 - Систематизировать полученные экспериментальные результаты</p> |

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Биофизика

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Никиян, А., А.; Биофизика: конспект лекций : курс лекций.; Оренбургский государственный университет, Оренбург; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291> (Электронное издание)
2. ; Биофизика и биоматериалы: механика : учебное пособие.; Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Омск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493260> (Электронное издание)
3. Рубин, , А. Б.; Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика : учебник.; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва; 2004; <http://www.iprbookshop.ru/13075.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Рубин, А. Б.; Биофизика : учебник для вузов : [в 2 т.]. Т. 1. Теоретическая биофизика; Изд-во Моск.

ун-та, Москва; 2004 (37 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Электронная библиотека УрФУ [<https://opac.urfu.ru>]

Электронный научный архив УрФУ [<https://elar.urfu.ru>]

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ [<https://study.urfu.ru>]

Зональная научная библиотека УрФУ [<https://lib.urfu.ru>]

Реферативно-поисковая база данных Scopus [<http://www.scopus.com>]

Реферативно-поисковая база данных Web of Science [<https://www.webofscience.com/>]

Научная электронная библиотека издательства Springer [<https://link.springer.com>]

Научная электронная библиотека eLibrary [<https://elibrary.ru>]

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Поисковая система Академия Google [<https://scholar.google.com>]

Научная электронная библиотека КиберЛенинка [<https://cyberleninka.ru>]

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Биофизика**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

| <b>№ п/п</b> | <b>Виды занятий</b> | <b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>  | <b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b> |
|--------------|---------------------|---|--|
| 1            | Лекции              | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Периферийное устройство | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM       |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | Подключение к сети Интернет  |  |
| 2 | Практические занятия                        | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Доска аудиторная<br>Периферийное устройство<br>Подключение к сети Интернет       | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 3 | Консультации                                | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Подключение к сети Интернет  | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 4 | Текущий контроль и промежуточная аттестация | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Рабочее место преподавателя<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Подключение к сети Интернет | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 5 | Самостоятельная работа студентов            | Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов<br>Персональные компьютеры по количеству обучающихся<br>Подключение к сети Интернет                                | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |