




Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия)

---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
Кафедра общей биологии и физиологии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Е.А. Борисова

« 13 » июня 20 18 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Биофизика**

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	06.03.01 Биология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Биохимия
Тип образовательной программы:	программа академического бакалавриата



## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биофизика» является возможность получить представления о закономерностях физической организации живой материи. Это является основным элементом общебиологического образования, способствующим формированию научного мышления у будущих специалистов. Специфика данного предмета связана с одновременным использованием знаний по физике, математике, морфологии, биохимии и физиологии. Тем самым у студентов создается из системных, взаимосвязанных представлений и знаний смежных дисциплин естественнонаучное представление о физике биологических структур. При этом биофизика, по отношению к предшествующим знаниям, играет роль интегрирующей науки, закрепляет их материалистические принципы, создает у студентов представление об органическом единстве окружающего мира. Изучение основных принципов биофизического подхода к исследованию живой материи, оценка их результативности показывает высокие преимущества междисциплинарного подхода, его прогрессивность для естественнонаучных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Биофизика» относится к базовой части образовательной программы (Б1.Б.12.03).

Студент, приступающий к изучению дисциплины «Биофизика», должен обладать знаниями, умениями, навыками, полученными ранее в ходе изучения дисциплин «Введение в физиологию», «Физика», «Цитология и гистология», «Физиология человека и животных», «Биохимия».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:**
  - общие представления о строении и функции клеток эукариот;
  - знания основных физических законов;
  - представления об основных биоэнергетических процессах;
- **Уметь:**
  - использовать знания физических и химических закономерностей для объяснения биологических явлений
- **Владеть:**
  - методом микроскопии

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности студентов к освоению дисциплин: «Физиология движений с элементами биомеханики», «Нейрофизиология», «Физиология высшей нервной деятельности», «Иммунология», «Основы биотоксикологии»; к прохождению производственной исследовательской практики и производственной преддипломной практики; к преподаванию в школе.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- а) общепрофессиональные (ОПК):



способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5).

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины студент должен:

В соответствии с компетенцией ОПК-5:

• **Знать:**

- основные понятия, теории и законы биологической физики,
- структурную организацию биологических мембран, характеристики мембранных белков и липидов, белок-липидные взаимодействия;
- биофизические механизмы транспорта веществ через биомембраны, пассивный и активный транспорт, молекулярное строение и механизмы функционирования ионных каналов;
- законы термодинамики в применении к биологическим системам;
- механизмы биоэлектrogenеза, происхождение потенциала покоя и потенциала действия, механизмы распространения возбуждения (одиночных импульсов и рядов импульсов), кодирование и передачу информации в живых организмах;
- классификацию, методы работы, свойства биофизических систем;
- характеристики равновесного и стационарного состояния, нелинейную термодинамику биологических систем;
- связь энтропии и информации в биологических системах;

• **Уметь:**

- выполнять несложные лабораторные исследования;
- делать выводы;
- оформлять результаты эксперимента;
- применять знания биофизики в практической деятельности;

• **Владеть:**

- навыками экспериментальной работы и соблюдения правил техники безопасности;
- методами наблюдения и интерпретации экспериментальных данных.

### 4. Содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы или 144 часа.

#### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Раздел (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)	Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
-------	--------------------------	---------	---	--



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия)

			Занятия лек- ционного типа	Занятия семи- нарского типа	Формы промежуточ- ной аттестации
1	Предмет биофизики и ее история.	6	2	3	Устный опрос, компьютерное тестирование
2	Законы термодинамики и их применение в биологии	6	8	10	Устный опрос, компьютерное тестирование
3	Биофизика клетки и методы исследования клеточных структур	6	4	4	Устный опрос, компьютерное тестирование
4	Биофизика мембран	6	6	11	Устный опрос, компьютерное тестирование
5	Биоэлектрические процессы на клеточном уровне	6	8	11	Устный опрос, компьютерное тестирование
6	Основы частной биофизики.	6	4	4	Устный опрос, компьютерное тестирование
Итого за семестр			32	42	экзамен

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

##### **Тема № 1 Предмет биофизики и ее история**

Понятие биофизики и ее предмет. Основной философский вопрос биофизики. Анализ определений биофизики, предложенных Б. Н. Тарусовым (1968), П. О. Макаровым (1968), Л. Л. Блюменфельдом (1977), Р. Давидом (1972), М. В. Волькенштейном (1981), А. Б. Рубиным (1981) и И. А. Рыбиным (1990). Связь биофизики с естественнонаучными дисциплинами. Общие свойства и методологические особенности биофизических исследований. Основные методологические принципы биофизики. Принцип качественной несводимости. Особенности применения физических подходов к оценке биологических объектов. Специфика биофизического подхода к изучению биологических процессов. Принципы и сущность основных биофизических методик. Разделы биофизики и их связь со смежными дисциплинами.

Биофизические знания в сборнике «Физиолог». XVII век - зарождение биофизики. Значение работ У. Гарвея. Влияние философии Декарта на биологические исследования. Работы Гельмгольца, Мальпиги, Борелли. Биофизика XVIII века - начало экспериментальных исследований. Работы Ломоносова, Лавуазье, Гейлса. Значение экспериментальных работ Лавуазье. Открытие Вольты и Гальвани электрических процессов в живой материи. Биофизика XIX века - теория и эксперимент. Достижение биофизики в XX веке.

##### **Тема № 2. Законы термодинамики и их применение в биологии.**

Термодинамика, ее основные положения и принципы. Макроскопические системы. Основной вопрос термодинамики. Системы изолированные, замкнутые, закрытые. Термодинамическая функция системы. Термодинамическое равновесие. Процессы обратимые и необратимые. I закон термодинамики, его математическое выражение. Внутренняя энергия системы.



Анализ основных биологических процессов с позиций термодинамического подхода. Применимость термодинамического подхода к сложным биологическим процессам (на примере эволюции видов, роль энергии сопряженных реакций). II закон термодинамики. Энтропия, работы Клаузиуса и Больцмана в этом вопросе. Энтропия, энтальпия, свободная энергия системы, их физический и биологический смысл.

Критерии направленности самопроизвольных процессов. Энтальпия. Связанная энергия. Неравновесная термодинамика. Скорости изменения энтропии. Сопоставительный анализ термодинамического равновесия и стационарного состояния. Феноменологическая теория Онзагера. Необратимые процессы вблизи и вдали от состояния равновесия. Принцип Пригожина. Свободная энергия Гиббса и Гельмгольца. Термодинамика и эволюция. Биосфера и термодинамика.

### **Тема № 3. Биофизика клетки и методы исследования клеточных структур**

Биофизика клетки. Размеры и строение клеток эукариот. Характеристика и строение субклеточных структур. Методы исследования клеточных ультраструктур: световая и электронная микроскопия, хроматография, электрофорез, калориметрические методы, манометрия, рентгеноструктурный анализ, седиментация и ультрацентрифугирование.

### **Тема № 4. Биофизика мембран**

Биофизика мембран. Плазматические мембраны, внутриклеточные мембраны. Биологическая мембрана, как надмолекулярная структура. Модели мембран: Даниэли-Дэвсона, Гертера-Гренделя, Робертсона, Парпара и Баллентина, Люси-Глоэра, Сингера и Николсона.

Искусственные мембраны. Свойства искусственных мембран. Методы получения искусственных мембран: Мюллера-Рудина. Пагано-Томпсона, Цофиной, Тройбле-Грела. Применение искусственных мембран.

Структурные компоненты мембран. Липиды, белки, гликолипиды и гликопротеиды. Динамика молекул мембраны. Точка перехода. Боковое смещение. Поперечное смещение. Мембранные белки и их взаимодействие с липидами. Динамика мембранных систем и функции клеток. "Флип-флоп". Асимметрия мембран. Роль мембран в реакциях межклеточного узнавания. Обмен информацией между клетками. Мембраны и метаболизм. Мембранные преобразователи энергии. Эндоцитоз и пиноцитоз.

Проницаемость биологических мембран. Трансмембранный поток. Закон Фика. Основное уравнение проницаемости. Механизмы пассивного транспорта. Правила проницаемости Овертона. Простая диффузия через липидный бислой. Коэффициент распределения. Диффузия через мембранные каналы. Облегченная диффузия. Основные особенности активного транспорта веществ. Мембранные насосы.

### **Тема № 5. Биоэлектрические процессы на клеточном уровне**

Биоэлектрические процессы на клеточном уровне. Ионные градиенты как источники энергии в клетке. Симпорт и антипорт. Влияние электрических сил на распределение ионов. Электрохимический и равновесный потенциал. Доннановское равновесие. Осмотические свойства клеток. Пассивные электрические свойства клеточных мембран. Проводимость и емкость мембраны. Уравнение Нернста.

Потенциал покоя. Уравнение Голдмана-Ходжкина-Катца. Роль активного транспорта в возникновении потенциала покоя. Активные электрические процессы в мембране. Потенциал действия. Натриевая гипотеза. Изменения проницаемости при потенциале действия. Цикл Ходжкина. Ионные механизмы потенциала действия.

Пассивное распространение электрических сигналов. Кабельные свойства мембраны. Уравнение Ходжкина-Раштона. Распространение нервных импульсов и его скорость. Сальтаторное проведение.



### **Тема № 6. Основы частной биофизики**

Магнитные свойства вещества. Магнитные свойства тканей организма. Физические основы магнитобиологии.

Квантовая биофизика. Способы расходования молекулярной энергии. Физические основы природы света, поглощения и рассеяния света. Люминесценция, фотолюминесценция, хемилюминесценция, флуоресценция. Миграция энергии и ее механизмы. Критика специфичности механизма излучения и поглощения фотонов биологическими объектами (лучи Гурвича, сверхслабые свечения, биополе). Действие УФ-излучения на живые организмы.

### **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Биофизика» используются следующие технологии смешанного обучения: лекционный курс, информационные технологии (мультимедийные презентации, компьютерное тестирование), рейтинговый контроль качества знаний студентов, семинарские занятия.

Интерактивные формы проведения занятий (компьютерные презентации, разбор конкретных ситуаций, решение учебных и ситуативных задач) в сочетании с внеаудиторной работой проводятся с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся и лучшего понимания студентами физического аспекта существования живой материи.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Структура освоения материала представляет собой разделы, по которым предусматривается самостоятельное освоение частичного материала, требующее привлечения справочных данных, сведений из информационных сетей и из учебно-методических указаний.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Биофизика» представлено учебно-методическими указаниями (Зарипов В.Н. Биофизика. Иваново: ИвГУ, 2001), включающими в себя дополнительный теоретический материал, вопросы для самоконтроля несколькими вариантами рейтинговых тестовых заданий. Учебно-методические указания размещены в системе электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» (<https://uni.ivanovo.ac.ru>).

### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Текущий контроль: на каждом семинарском занятии отводится время для устного контроля знаний студентов по теме занятия. По итогам занятия оценка «зачтено» выставляется при правильном ответе на 2 из 3 предоставленных вопроса, а «не зачтено» при неправильном ответе на 2 из 3 предоставленных вопроса

Промежуточный контроль успеваемости проводится на основании результатов выполнения 3 компьютерных тестирований. При выполнении каждого тестирования предлагается 60 вопросов. Максимум набранных баллов за каждый тест – 20. Если студент набрал менее 12 баллов тест считается невыполненным.

Итоговая аттестация проводится в виде экзамена. Студенты получают допуск к экзамену при условии выполнения всех 3-х тестирований. Экзаменационная оценка может выставляться по желанию студента автоматически, если он набрал по результатам тести-



рований 45-49 баллов – удовлетворительно, 50-55 баллов – хорошо, более 55 баллов – отлично. Экзамен состоит из 2-х частей: теоретической и компьютерного тестирования. Выполнение каждой части оценивается максимум из 20 баллов. Экзамен считается успешным, если в итоге студент набрал более 19 баллов. Эти баллы суммируются с баллами, набранными во время текущего контроля, и экзаменационная оценка выставляется, исходя из следующей шкалы: 55-69 баллов – удовлетворительно, 70-85 баллов – хорошо, более 85 баллов – отлично.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Биофизика: учебно-методические указания для студентов биолого-химического факультета / Иван. гос. ун-т ; сост. В. Н. Зарипов .— Иваново : ИвГУ, 2001 .— 48 с. Шифры хранения: мп-866; полочный индекс: 28.7/9 Б637
2. Никиян, А. Биофизика: конспект лекций / - Оренбург: ОГУ, 2013. - 104 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259291>
3. Самойлов, В.О. Медицинская биофизика: СПб. : СпецЛит, 2013. - 604 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253912>

### **б) дополнительная литература:**

1. Физика с элементами биофизики: учебник / Е. Д. Эйдельман .— М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013 .— 511 с : ил  
Шифры хранения: 471431; полочный индекс: 22.3 Э305
2. Биофизическая экология / В. А. Твердислов, А. Э. Сидорова, Л. В. Яковенко ; предисл. В. Т. Трофимова .— М. : КРАСАНД, 2012 .— 543 с  
Шифры хранения: 467695; полочный индекс: 28 Т262

### **в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>
4. Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>
5. Волькенштейн М.В. Биофизика. М., Наука 1988.djvu. Размер: 6,45 МВ. <http://www.twirpx.com/file/68322/>
6. Волькенштейн М.В. Молекулярная биофизика. М., Наука 1975.PDF .Размер: 30,75 МВ. <http://www.twirpx.com/file/120345/>
7. Волькенштейн М.В. Общая биофизика. М., Наука 1978.djv. Размер: 4,78 МВ. <http://www.twirpx.com/file/271530/>
8. Ревин В.В., Максимов Г.В., Кольс О.Р. Биофизика. Саранск, 2003 PDF, Размер: 7,11 мВ. <http://www.twirpx.com/file/120366/>
9. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика. М. «Владос», 2003, PDF. Размер: 13,46 МВ. <http://www.twirpx.com/file/294238/>
10. Антонов В.Ф. Практикум по биофизике. Учебное пособие, М., «Владос», 2001,



- PDF, Размер 30,52 мВ, <http://www.twirpx.com/file/120322/>
11. Владимиров Ю.А., Рощупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика. М.: "Медицина", 1983, djvu, размер 4,00 мВ, <http://www.medliter.ru/?page=get&id=012810>
  12. Романовский Ю.М., и др. - Математическая биофизика (Наука, 1984).djvu. Размер: 1,98 MB. <http://www.twirpx.com/file/192798/>
  13. Рубин А.Б. Биофизика. Том 1 - Теоретическая биофизика DJVU Размер 4,02 мВ <http://www.twirpx.com/file/61321/>
  14. Рубин А.Б. Биофизика. Том 2 - Биофизика клеточных процессов DJVU Размер 4,34 мВ, <http://www.twirpx.com/file/61322/>
  15. Ю. А. Владимиров, Д. И. Рощупкин, А. Я. Потапенко, А. И. Деев. Биофизика. М., 1983 Т..djvu. Размер: 4,01 MB. <http://www.twirpx.com/file/23167/>
  16. А.Д.Базыкин - Математическая биофизика взаимодействующих популяций. Размер: 34,50 KB. <http://ihtik.lib.ru/teor-estestv> 21dec2006/
  17. Губанов Н.И, Утепбергенов А.А. - Медицинская биофизика (1978).djvu. Размер: 8,21 MB <http://www.twirpx.com/file/296301/>
  18. Щукин С.И. Основы биофизики. Учебное пособие, МГТУ, 1998. <http://www.rl7.bmstu.ru/rus/Library/Biophys/>
  19. Электронные варианты книг и лекций по биофизике <http://www.medbiophys.ru/lectures.htm>

г) программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Пакет офисных программ LibreOffice.
3. Интернет-браузер Yandex Browser.
4. Авторская компьютерная программа «Зеленые чернила» для проведения тестовых рейтинговых опросов с набором тестов по дисциплине «Биофизика»

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование (проектор) для занятий лекционного типа, обеспечивающие презентации.

Авторская компьютерная программа «Зеленые чернила» для проведения тестовых рейтинговых опросов с набором тестов по дисциплине «Биофизика»;





Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия)

---

- Компьютерные презентации по темам:

- механизмы пассивного и активного транспорта;
- биоэлектрические процессы в мембранах;
- механизмы клеточной рецепции;
- механизмы мышечного сокращения.




Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия)

**Автор рабочей программы дисциплины:** доцент кафедры общей биологии и физиологии, доцент, канд. биол. наук Зарипов В.Н.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры общей биологии и физиологии

« 28 » мая 20 18 г., протокол № 12

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № 1 от « 30 » августа 20 19 г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП  Е.А. Борисова  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись)