

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«М.1.В.ДВ.1.1 Биомеханика и бионика»*

Уровень высшего образования

### **МАГИСТРАТУРА**

Направление подготовки

*03.04.02 Физика*

(код и наименование направления подготовки)

*Биохимическая физика*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академической магистратуры*

Квалификация

*Магистр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

наименование кафедры

протокол № 6 от "05" 02 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

должность

подпись

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

М.Г. Кучеренко

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

С.Н. Летута

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

расшифровка подписи

Н.Н. Грицай

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

расшифровка подписи

А.Д. Стрекаловская

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

ознакомление с историей развития и основными направлениями науки о биологических системах, современными достижениями в области бионики;

формирование целостного представления о физической, биомеханической природе живых систем; ознакомить студентов с тем, как осуществляется движение, как оно организуется с позиций теории управления, что нужно сделать, чтобы изменить качественно и количественно характер двигательных действий для достижения необходимых (планируемых, в том числе рекордных) двигательных показателей.

### Задачи:

- снабдить учащегося профессиональной терминологией в области бионики;
- сформировать знания о гармонии и подобии биологических систем, взаимосвязи физических, биомеханических элементов биологических систем.
- научить основным методологическим приёмам размерностей в бионике.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *М.1.Б.2 Современные проблемы физики, М.1.Б.3 Специализированный физический практикум, М.1.В.ОД.1 Молекулярная биофизика, М.1.В.ОД.2 Зондовые микроскопические методы исследования в биофизике, М.1.В.ОД.3 Кинетика физико-химических процессов, М.1.В.ОД.5 Биотехнология*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Знать:</b> <u>принципы</u> работы со специальной литературой; приёмы работы с аппаратурой для проведения биофизических исследований; методы анализа и обработки экспериментальных данных <b>Уметь:</b> применять физические методы исследования к изучению биологических систем; <b>Владеть:</b> методами проведения биофизических исследований с учетом особенностей объекта исследования	ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
<b>Знать:</b> аспекты структурной организации и физические принципы функционирования биосистем; отличия и взаимоотношение между биологическими и физическими аспектами жизнедеятельности; <b>Уметь:</b> обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата; <b>Владеть:</b> навыками участия в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов	ОПК-4 способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
<b>Знать:</b> термодинамические основы жизнедеятельности; физические основы строения и функционирования биосистем на молекулярном и клеточном уровне; электрофизиологические основы функционирования живых систем; особенностей организации и	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
физические аспекты функционирования биологических систем на уровне органов <b>Уметь:</b> ориентироваться в комплексе биофизических данных об объекте и анализировать полученную в ходе эксперимента информацию <b>Владеть:</b> приёмами работы с аппаратурой для проведения биофизических исследований; методами анализа и обработки экспериментальных данных	задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
<b>Знать:</b> методы планирования, организации и постановки различного физического эксперимента <b>Уметь:</b> применять знания теоретических основ естественнонаучных дисциплин и аппарат математики для обработки и интерпретации результатов исследований <b>Владеть:</b> навыками организации демонстрационного, лабораторного, фронтального, компьютерного эксперимента	ПК-3 способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>145,75</b>	<b>145,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Биомеханика как научная дисциплина	30	2	2		26
2	Кинематика и динамика движений человека	38	4	4		30
3	Биомеханические основы двигательного аппарата человека	36	4	2		30
4	Основы бионики. Моделирование живых организмов	38	4	4		30
5	Архитектурно-строительная бионика.	38	4	4		30

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Нейробионика					
	Итого:	180	18	16	146	
	Всего:	180	18	16	146	

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### 1 раздел Биомеханика как научная дисциплина

Предмет биомеханики как науки и учебной дисциплины. Биологические и механические явления в живых системах. Человек как механическая система, особенности его движения. Связь с другими науками о спорте. История развития и современное состояние биомеханики.

### 2 раздел Кинематика и динамика движений человека

Основные понятия кинематики: путь, перемещение, скорость, ускорение. Сложные движения. Описание движений человека и его звеньев во времени и пространстве - место, ориентация и поза. Фазовые диаграммы. Основные понятия и законы динамики. Сила и момент силы, импульс силы и момент силы, импульс тела и кинетический момент.

Геометрия масс тела человека и способы ее определения. Общий центр тяжести и центры тяжести отдельных звеньев. Момент инерции.

Внутренние и внешние силы. Взаимодействие с внешней средой как причина изменения движения тела человека. Силы тяжести, веса, инерции, упругой деформации, трения. Силы реакции опоры, виды опорных взаимодействий. Анализ динамограмм.

Гидроаэродинамическое сопротивление.

Связи и степени свободы. Биомеханические свойства мышц, связок и сухожилий. Типы двигательных единиц. Мышечно-скелетная система. Механические свойства костей и суставов. Величина мышечной силы. Гистерезис. Понятие о механической работе, мощности и видах механической энергии. Закон сохранения энергии и его следствия.

Внутренняя и внешняя работа. Рекуперация энергии: переход энергии из одного вида в другой, обмен энергией между звеньями тела человека, использование энергии упругой деформации мышц и сухожилий.

Методы измерения работы и энергии при движениях человека. Механическая эффективность двигательных действий.

### 3 раздел Биомеханические основы двигательного аппарата человека

Движение звена в суставе: зависимость углового ускорения звена от моментов внешних для него сил и его собственного момента инерции. Управляющие мышечные моменты.

Вращение биомеханической системы при опоре и без опоры. Закон сохранения кинетического момента. Взаимодействие тела человека с опорой как причина изменения движения вокруг осей.

Основные способы управления движениями вокруг осей: приложение силы, изменение радиуса инерции, активное создание момента внешней силы, группирование и разгруппирование тела, встречные круговые движения конечностями и изгибания туловища.

Биомеханика ходьбы и бега: фазовый состав, силы, энергетика. Передвижение с опорой на воду. Передвижение со скольжением. Передвижение с механическими преобразованиями движений. Равновесие тела человека. Основные способы сообщения скорости снаряду (предмету): с разгоном перемещаемых предметов и с ударным взаимодействием.

Передача энергии в многозвенных биомеханических системах. Волновые процессы в движениях человека. Биомеханика ударных действий.

### 4 раздел Основы бионики. Моделирование живых организмов

Создание модели в бионике. Разработка методов расчёта заранее заданных технических характеристик устройства, разработка методов синтеза, обеспечивающих достижения требуемых в задаче показателей. Математическое описание модели. Компьютерная модель. Анализ динамики функционирования модели.

### 5 раздел Архитектурно-строительная бионика. Нейробионика

Законы формирования и структурообразования живых шуб, анализ конструктивных систем живых организмов по принципу экономии материала, энергии и обеспечения надежности. Работа мозга, физико-механические механизмы памяти. Моделирование нервных клеток-нейронов и нейронных сетей. Совершенствование архитектуры электронной и вычислительной техники. Искусственный интеллект.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	История развития и современное состояние биомеханики	2
2	2	Мышечно-скелетная система. Биомеханические характеристики	2
3	2	Работа и энергия при движениях человека	2
4	3	Биомеханика ходьбы и бега: фазовый состав, силы, энергетика. Биомеханика ударных действий.	2
5	4	Создание компьютерной модели в <i>бионике</i>	4
6	5	Моделирование нервных клеток-нейронов и нейронных сетей.	4
		Итого:	16

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.1 Основная литература

1. Никиян, А. Н. Биофизика [Электронный ресурс] : конспект лекций: учеб. пособие / А. Н. Никиян, О. К. Давыдова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2013. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/3496\\_20130226.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/3496_20130226.pdf)

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Владимиров, Ю. А. Лекции по медицинской биофизике [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Владимиров, Е. В. Проскурнина . - Москва : МГУ, 2007. - 432 с. : ил. - Библиогр.: с. 432. - ISBN 978-5-211-05328-1. - ISBN 978-5-94628-289-5.

2. Колесников, И. М. Термодинамика физико-химических процессов [Текст] : учебное пособие / И. М. Колесников . - М. : Гос. академия нефти и газа им. Губкина, 1994. - 289 с

3. Никиян, А. Н. Биофизика [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / А. Н. Никиян; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 20.4 Mb). - Оренбург : ОГУ, 2012. - Архиватор 7-Zip. - Режим доступа: [http://ufer.osu.ru/index.php?option=com\\_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer\\_id=717](http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=717)

#### 5.3 Периодические издания

1. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
4. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
5. Журнал технической физики. МАИК. Наука.

## 5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика»
- Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
- Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.
- Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.
- Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.
- Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.
- Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.
- Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>.

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.