



Пуштинский  
Государственный  
Естественнонаучный  
Институт

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПУШТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ  
ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)

ПРИНЯТО

Решением Учебно-методического совета ПушГЕНИ,  
протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. ректора

М.В. Дулясова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

**«БИОЭНЕРГЕТИКА»**

Направление подготовки

**06.04.01 БИОЛОГИЯ**

профиль «Биофизика и медико-биологические науки»


Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Пушино

2021

	Должность	ФИО/подпись	Дата
Разработал		Маевский Е.И.	
Проверил		Хусаинова Р.А.	
Согласовал		Строганов Д.В.	
Версия: 1.0	Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:		Страница из

 <p>Пущинский Государственный Естественнонаучный Институт</p>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)
	<b>Положение</b>
	О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

## Рабочая программа модуля «БИОЭНЕРГЕТИКА»

**1. Цель курса «Биоэнергетика»:** формирование на базе классических представлений об устройстве и регуляции энергетического обмена клетки общей картины организации энергетического обмена на уровне клетки и целостного организма в нормальных условиях, при адаптации к экстремальным состояниям: при интенсивных физических нагрузках, охлаждении, физиологическим и патологическом стрессе, а также при некоторых предпатологических и патологических состояниях, связанных с развитием метаболического синдрома, сахарного диабета, инволюционной гипофункции гормональной половой системе и в целом при старении организма, в том числе при инволюционном остеопорозе, аутоиммунном тиреоидите, гиперфункции и гипофункции щитовидной железы).

1.1 Задача курса заключается в активации знаний в области биоэнергетики – аккумуляции и трансформации энергии, превращений веществ в условиях организма – для создания у слушателей целостной картины взаимодействия биохимических и физиологических процессов на уровне энергетического обмена в покое, при активации функции и экстремальном напряжении и некоторых видах патологии; для подготовки теоретической основы активной коррекции, поддержания функции органов и регуляторных систем с помощью воздействий на энергетический обмен и метаболитов энергетического обмена, на нейроэндокринную и паракринную регуляцию.

1.2. Главное: дать возможность понять, что биоэнергетика является связующим звеном всех видов обмена и обеспечивает все виды работы, одновременно воспринимает и посылает собственные сигналы для мобилизации или торможения активных функций различных тканей в зависимости от реальной ситуации.

**2. Место модуля в структуре магистерской программы .** Дисциплина «Биоэнергетика» включена в вариативную часть профессионального цикла магистерской программы «Биофизика и медико-биологические науки». Предлагаемый курс «Биоэнергетика» относится к модулю «Биофизика». Входные знания должны быть на уровне бакалавра биолого-химического, биофизического или медицинского образования


Магистрант должен понимать, что биоэнергетика является связующим звеном всех видов обмена и обеспечивает все виды функций и роль особенностей энергетики в тканях в зависимости от вида и интенсивности функций, жизненного цикла клеток и организма в целом, степени нагрузки, роль в развитии предапатологии. Необходимо сформировать представление о том, как в энергетическом обмене реализуются регуляторные сигналы и генерируются собственные сигналы для мобилизации или торможения активных функций различных тканей в зависимости от реальной ситуации.

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля). В результате освоения дисциплины студент получает профессиональные знания в области биоэнергетических механизмов и их роли при экстремальных и адаптивных состояниях.**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** Механизмы аккумуляции и диссипации энергии, взаимосвязь энергетического и пластического обмена, взаимодействие с системой

Версия: 1.0	Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:	Страница 2 из 8
-------------	---	-----------------

 <p>Пущинский Государственный Естественнонаучный Институт</p>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)
	<b>Положение</b>
	О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

нейроэндокринной регуляции, роль энергетического обмена как системы, ответственной за функциональную активность и жизнеспособность клеток и организма в целом, а также как механизма воспринимающего и подающего сигналы для адаптивной перестройки обмена, выживания или гибели клетки.

**Уметь:** Поставить задачи по изучению биоэнергетических механизмов в соответствии с собственными исследовательскими задачами в области биофизики, моделирования сложных систем и биохимии и патофизиологии экстремальных и адаптивных систем. Знать какие и выбрать наиболее приемлемые методы для оптимального решения роли энергетике клетки и обеспечения потребностей организма при реализации конкретных функций.

**Владеть:** Первичными навыками анализа реакции фосфорилирующего дыхания, отдельных звеньев дыхательной цепи и механизма разобщения окислительного фосфорилирования, аккумуляции ионов, дыхательного контроля, дыхательного коэффициента. При проведении собственных исследований в области биоэнергетики владеть подготовкой биологических препаратов для проведения анализа превращений субстратов с помощью Н-ЯМР-спектроскопии, системой подготовки материала к проведению масс-спектроскопического исследования при изучении участия различных веществ в обменных процессах на уровне изолированных органелл и целостного организма. Знаниями об экспериментальных возможностях оценивать состояние энергетике на уровне целого организма. Кинетическими или цитобиохимическими методами, в том числе регистрации перекисного окисления. Методикой постановки эксперимента с целью получения репрезентативных данных.

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) Биоэнергетика

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из них аудиторные занятия – 16 часов, лабораторные работы – 10 часов, практические занятия - 6 часов и самостоятельная работа студентов – 74 часа. Формой итогового контроля является во втором семестре – экзамен



Пущинский  
Государственный  
Естественнонаучный  
Институт

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ  
ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)

**Положение**

О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

№ п/п	Раздел дисциплины	С е м е с т р	Н е д е л я с е м е с т р а	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Форма промеж точной аттестаци и (по семестр ам)
				Лек	Сем	Лаб.раб.	СРС	
1.	Аккумуляция энергии в фосфатных связях и трансмембранных градиентах. Субстратное и окислительное фосфорилирование, соотношение гликолиза и дыхания. Общие принципы регуляции энергетического обмена.	II	1	2				
2.	Взаимосвязь энергетического и пластического обмена. Роль метаболического состояния митохондрий в определении направления потоков субстратов. Взаимосвязь обмена углеводов и жирных кислот в норме, при старении и стрессе. Регуляция уровня сахара в крови. Диабет первого и второго типов.	II	2-3	4				
3.	Рассмотрение сложных вопросов, контроль усвоения материала по темам «Аккумуляции энергии» и «Взаимосвязь обменов...» Пути освобождения и аккумуляции энергии в организме животных и клетках, субстратное и окислительное фосфорилирование, регуляция потока субстратов и восстановительных эквивалентов посредством изменения электрохимического потенциала ионов водорода. Роль митохондриально-цитозольного обмена белков, метаболитов и	II	4-5	4				



Пушкинский  
Государственный  
Естественнонаучный  
Институт


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПУШКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ  
ИНСТИТУТ» (ПУШЧЕНИ)

**Положение**

О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

	ИОНОВ.							
4.	Физиологические и энергетические аспекты доставки и потребления кислорода: дыхательная функция крови, соотношение доставки кислорода и биологического окисления. Взаимосвязь кислотно-щелочного состояния (КЩС) клетки и организма с энергетическим обменом. Роль митохондрий и АТФ-азных реакций в развитии и купировании ацидоза.	II	6-7	4	2			
5.	Перестройка обмена при гипоксии и ишемии. Роль митохондрий в адаптивных реакциях, в том числе при развитии ишемии и предотвращении охлаждения. Мобилизация энергетического обмена при физической работе и стрессе. Электро-метаболическое (и механическое) сопряжение.	II	8-9	2	2	2	12	
6.	Роль митохондрий в генерации свободных радикалов. Участие митохондрий в регулируемой гибели клетки	II	10	2	2		12	
7.	Методические подходы к анализу в эксперименте фосфорилирующего дыхания и его разобщения. Кинетические методы определения вида окисляющего субстрата и превращения субстратов в митохондриях (ЯМР-спектроскопия). Регистрация индуцированного перекисного окисления. Действие антиоксидантов.	II	11-12	4		2	12	
8.	Взаимосвязь метаболической и эндокринной регуляции в онтогенезе, при гипоксических состояниях и стрессе. Основы метаболической коррекции функционального состояния организма.	II	13-14	4		2	12	
9.	Метаболический синдром, механизмы развития ожирения, атеросклероза,		15	2			6	

 <p>Пущинский Государственный Естественнонаучный Институт</p>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)
	<b>Положение</b>
	О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

	инсулинорезистентности, инволюционных поражений обмена.							
10.	Принципы взаимосвязи разных уровней регуляции в контроле энергетического обмена: стехиометрического, аллостерического через кофакторы и продукты реакций, посредством мессенджеров и модификации ферментов; роль нейроэндокринных медиаторов и сигнальных систем на уровне организма.		16	2			6	
	ИТОГО			16	10	6		
							20	Подготовка к экзамену
				2				Экзамен
							74	
	всего			34				
Всего часов/ауд. 108/32								

### 5. Образовательные технологии

Градикация интерактивного обучения: начинается с лекционного материала и разбора результата усвоения материалов, с которыми обучающиеся ознакомились во время самоподготовки, затем обобщения материала в виде презентаций от преподавателя и рефератов от обучающихся. Практическое ознакомление с методами решения конкретных задач вклада энергетики в обеспечения функций клетки и целостного организма на материале практических занятий. Затем промежуточные коллоквиумы; итоговая консультация и экзамен.


### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Рекомендация по каждой теме отдельных литературных и интернетных сетевых источников. Организация коллоквиумов, предваряемых разбором наиболее сложных, не отраженных в учебной литературе ключевых позиций. Контроль усвоения на отдельных промежуточных контрольных занятиях. Консультации индивидуальные, связанные с конкретными темами исследований магистрантов, и групповые по темам. Написание и защита рефератов по теоретическим и практическим–методическим проблемам биоэнергетики.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) основная литература:

1. А.Уайт, Ф.Хендлер, Э.Смит, Р.Хилл, И.Леман //Основы биохимии// пер. с англ. в 3 томах, М.,Мир.1981.
2. Д. Нельсон, М Кокс. Основы биохимии Ленинджера. пер. с англ.. Бином, М.,2014 (как

Версия: 1.0	Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:	Страница 6 из 8
-------------	---	-----------------

 <p>Пущинский Государственный Естественнонаучный Институт</p>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)
	<b>Положение</b>
	О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений


- минимум том 2).
3. В.П. Скулачев //Энергетика биологических мембран//М, Наука, 1989.
  4. Г.Кребс, Г.Корнберг //Превращение энергии в живых системах//1959, ИЛ, М, 136 с.
  5. Э.Ньюсхом, К.Старт //Регуляция метаболизма//1977, пер. с англ., М, Мир, 407 с.
  6. Д.Дж.Николс //Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию. пер. с англ.,М , Мир, 1985, 190 с.
  7. Биохимия. Учебник для Вузов. Под ред.Е.С. Северина. М. Изд. Дом «ГЕОТАР-МЕД»-2003, 779 с.
  8. Я.Кольман, К.-Г. Рём. Наглядная биохимия. Изд. 3-е (Geor Thieme Verlag. Stuttgart-N.Y.) Пер. с нем. М. МИР. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009, 469 с.
  9. Маевский Е.И., Розенфельд А.С., Гришина Е.В., Кондрашова М.Н. Коррекция метаболического ацидоза путем поддержания функций митохондрий. Пушино. 2001. 1555 с.
  10. Михайлов С.С. Спортивная биохимия. (Учебник для ВУЗов). М. Спорт.2009, 347 с.
  11. Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты. Под ред. Л.Д.Лукьяновой, И.Б.Ушаковой. М. РАМН, 2004. 584 с.
  12. Калоус В., Павличек З. Биофизическая химия. Пер. с чеш. М. Мир, 1985 г.

б) дополнительная литература:

1. Ремизов А.Л.//Механизм реакций ацилирования и химическая природа "макроэргических" соединений в кн. Фосфорилирование и функция, ИЭМ,М, 1960, с.69-79.
2. К.П. Иванов //Основы энергетике организма//Л.,Наука, 1990 -2015, в 5 томах.
3. А.Ленинджер //Основы биохимии//пер с англ. МИР, М, 1985, т.2.
4. Л.Д.Лукьянова, Б.С.Балмуханов, А.Т.Уголев // Кислородзависимые процессы в клетке и ее функциональные состояние// М.,Наука, 1982, 262 с.
5. П.Клегг, А.Клегг //Гормоны, клетки, организм. Роль гормонов у млекопитающих.//1979, пер. с англ., М, Мир, 1971, 250 с.
6. У.Мак-Мюррей //Обмен веществ у человека. Основы учения о взаимосвязи биохимии с физиологией и патологией.// 1986, пер. с англ.,М, Мир, 368 с.
7. Голник Ф.Д., Германсен //Биохимическая адаптация к упражнениям: анаэробный метаболизм// в кн. "Наука и спорт" пер. с англ., М, Прогресс, 1982. с.14-59.
8. Холоши Дж.О. //Биохимическая адаптация к физической нагрузке: аэробный метаболизм// в кн. "Наука и спорт" пер. с англ., М, Прогресс, 1982., с.60-89.
9. П.Хочачка, Дж.Сомеро //Биохимическая адаптация//пер. с англ., М, Мир, 1988, 568 с.
10. Н.Н.Яковлев// Биохимия спорта// М.,Физкультура и спорт 1974, 287 с.
11. J.Lowenstein//Acid and Basics. A guide to understanding Acid-Base Disorders// NY-Oxford, Oxford University Press, 1993, 153 p.
12. Wound Healing. Biochemical & Clinical Aspects. Ed. by K.Cohen, R.F.Diegelmann, W.J.Lindblad.// W.B.SAUNDERS COMPANY, 1993, Philadelphia, 617 p.
13. У.Мак-Мюррей //Обмен веществ у человека. Основы учения о взаимосвязи биохимии с физиологией и патологией.// 1986, пер. с англ.,М, Мир, 368 с.
14. Голник Ф.Д., Германсен //Биохимическая адаптация к упражнениям: анаэробный метаболизм// в кн. "Наука и спорт" пер. с англ., М, Прогресс, 1982. с.14-59.
15. Дильман В.М. Почему наступает смерть. Медицина, Ленинград, 1972. (о принципах изменения гормональной регуляции энергетического обмена).
16. П.Хочачка, Дж.Сомеро //Биохимическая адаптация//пер. с англ., М, Мир, 1988, 568 с.
17. Н.Н.Яковлев// Биохимия спорта// М.,Физкультура и спорт 1974, 287 с.

Версия: 1.0	Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:	Страница 7 из 8
-------------	---	-----------------



 <p>Пущинский Государственный Естественнонаучный Институт</p>	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ПУЩИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ» (ПУЩГЕНИ)
	<b>Положение</b>
	О комиссии по урегулированию споров между участниками образовательных отношений

18. J.Lowenstein//Acid and Basics. A guide to understanding Acid-Base Disorders// NY-Oxford, Oxford University Press, 1993, 153 p.
19. Wound Healing. Biochemical & Clinical Aspects. Ed. by K.Cohen, R.F.Diegelmann, W.J.Lindblad.// W.B.SAUNDERS COMPANY, 1993, Philadelphia, 617 p.

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):** Учебный класс, Компьютерное обеспечение, оборудование для ознакомления и работы на практических занятиях: полярографическая многоэлектродная ( с селективными электродами) регистрирующая установка, регистрирующий флуориметр для анализа субстратов и реакций обратного переноса восстановительных эквивалентов в дыхательной цепи, спектрофотометр регистрирующий, наносайзер для анализа дисперсности частиц и выявления изменения компоновки органелл в зависимости от функционального состояния, метаболическая камера для работы с целыми животными, оборудование для подготовки реактивов и проб (рН, весы разной точности, центрифуги лабораторные и рефрижераторные, ЯМР-спектрометр, масс-спектрометр для дыхательных тестов, микроскопическое обеспечение цитобиохимического метода.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Биология 060401\_ .

Автор \_\_\_\_\_ д.м.н., проф. Маевский Е.И.

Программа одобрена на заседании Совета учебного центра биофизики и биомедицины от \_\_\_\_\_ года