

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1. В.ДВ.1.2. Биоэнергетика**

**Направление подготовки: 06.06.01. Биологические науки**

**Направленность программы: Биохимия**

**Срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Биоэнергетика» являются:

- дать аспирантам теоретические, методологические и практические знания, формирующие современную химическую основу биоэнергетики.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоэнергетика» относится к дисциплинам по выбору. Требования к предшествующим знаниям представлены в таблице 2.1. Перечень дисциплин, для которых дисциплина «Биоэнергетика» является основополагающей, представлен в табл. 2.2.

**Таблица 2.1 – Требования к пререквизитам дисциплины**

Дисциплина	Раздел
Биологическая химия	<b>Раздел 1 Химический состав организмов. Углеводы. Липиды и биологические мембраны</b> Тема 1 Химический состав организмов Тема 2 Углеводы. Липиды и биологические мембраны
	<b>Раздел 2 Белки: строение, свойства, классификация</b> Тема 3 Белки: строение, свойства, классификация
	<b>Раздел 3 Биологически активные вещества: ферменты, витамины</b> Тема 4 Биологически активные вещества: ферменты Тема 5 Биологически активные вещества: витамины
	<b>Раздел 4 Биологически активные вещества: гормоны. Нуклеиновые кислоты</b> Тема 6 Биологически активные вещества: гормоны
	<b>Раздел 5 Биоэнергетика и метаболизм. Обмен углеводов</b> Тема 8 Биоэнергетика и метаболизм. Тема 9 Обмен углеводов
	<b>Раздел 6 Обмен липидов и белков</b> Тема 10 Обмен липидов Тема 11 Обмен белков
	<b>Раздел 7 Обмен нуклеиновых кислот и водно-минеральный обмен</b> Тема 12 Обмен нуклеиновых кислот Тема 13 Водно-минеральный обмен
	<b>Раздел 8 Биохимия биологических жидкостей и тканей</b> Тема 14 Биохимия крови, мочи, мышечной и нервной ткани, молока.

**Таблица 2.2 – Требования к постреквизитам дисциплины**

Дисциплина	Раздел
Государственный экзамен	Программа государственного экзамена

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Таблица 3.1 – Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине и планируемых результатов освоения образовательной программы**

Индекс и содержание компетенции	Знания	Умения	Навыки и (или) опыт деятельности
<b>ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</b>	<p>Этап 1. Знать классификацию термодинамических систем, законы термодинамики в биологических системах, механизмы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования</p> <p>Этап 2. Знать молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения, химические механизмы транспорта веществ в клетке, происхождение потенциала покоя и потенциала действия, работу АТФ-аз, механизмы распространения возбуждения</p>	<p>Этап 1. Уметь выявлять закономерности энергетических взаимосвязей между организмами биосферы, важнейшими метаболическими путями</p> <p>Этап 2. Уметь составлять конспекты занятий</p>	<p>Этап 1. Владеть методикой решения задач по биоэнергетике.</p> <p>Этап 2. Владеть методикой составления алгоритмов решения задач по биоэнергетике</p>
<b>ПК-1 Владение культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения</b>	<p>Этап 1. Знать основные закономерности трансформации энергии в живых системах</p> <p>Этап 2. Знать молекулярный механизм превращений энергии в живых системах и механизмах регуляции энергообмена</p>	<p>Этап 1. Уметь творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания полученные в ходе изучения дисциплины</p> <p>Этап 2. Уметь самостоятельно использовать компьютерные</p>	<p>Этап 1. Владеть теоретическими знаниями об основных закономерностях трансформации энергии в клетке</p> <p>Этап 2. Владеть навыками решения задач по биоэнергетике</p>

		технологии для сбора и анализа биологической информации	
<b>ПК-2</b> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Этап 1. Знать механизмы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения Этап 2. Знать механизмы регуляций энергетического обмена в норме и при патологии	Этап 1. Уметь планировать мероприятия по оценке состояния организма животных в соответствии со специализацией Этап 2. Уметь проводить мероприятия по оценке энергетического состояния животного	Этап 1. Иметь опыт решения задач по биоэнергетике Этап 2. Владеть расчетом стандартных свободных энергий
<b>ПК-3</b> способен прогнозировать последствия изменений условий кормления, содержания животных	Этап 1. Знать основные закономерности трансформации энергии в живых системах Этап 2. Знать молекулярные превращения энергии в живых метаболических циклах	Этап 1. Уметь понимать основные закономерности, энергетические взаимосвязи между основными составляющими организма, важнейшими метаболическими путями Этап 2. Уметь прогнозировать последствия изменений в организме животного при введении в его рацион энергостимуляторов	Этап 1. Владеть навыками решения задач по биоэнергетике различных типов взаимодействий макромолекул Этап 2. Владеть представлениями о механизмах регуляции энергетического обмена в норме и патологии
<b>ПК-4</b> способен проводить зоотехническую оценку животных, основанную на знании их биологических особенностей	Этап 1. Знать механизмы энергетического сопряжения в системах и механизмы регуляции энергообмена Этап 2. Знать классификацию	Этап 1. Уметь совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень Этап 2. Уметь использовать на практике навыки в организации	Этап 1. Владеть знаниями фундаментальных и прикладных разделов биоэнергетики Этап 2. Владеть современными компьютерными технологиями для решения научно-

	термодинамических систем, законы термодинамики в биологических системах	исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	исследовательских и производственно-технологических задач в профессиональной деятельности
<b>ПК-5 Способен и готов анализировать и интерпретировать результаты современных диагностических технологий по возрастному-половым группам животных с учетом их физиолого-биохимических особенностей для успешной лечебно-профилактической деятельности</b>	Этап 1. Знать фундаментальные основы энергетического минимума жизни Этап 2. Знать различные источники углерода и энергии экологической системы	Этап 1. Уметь самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях научных знаний Этап 2. Уметь использовать современное научное оборудование и самостоятельно анализировать состояние и динамику объектов деятельности, выявлять актуальные проблемы и ставить конкретные задачи их решения	Этап 1. Владеть способностью подготовки мероприятий по оценке энергетического состояния животного Этап 2. Владеть возможностью применения новых энергостимуляторов для развития организма животного

#### 4. Объем дисциплины

Объем дисциплины «Биоэнергетика» составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов), распределение объема дисциплины на контактную работу обучающихся с преподавателем (КР) и на самостоятельную работу обучающихся (СР) по видам учебных занятий и по периодам обучения представлено в таблице 4.1.

**Таблица 4.1 – Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и по периодам обучения, академические часы**

№	Вид учебных занятий	○ □ ○	○ □ ○	Семестр №3
---	---------------------	-------	-------	------------

п/п				КР	СР
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	Лекции (Л)	20	-	20	-
2	Лабораторные работы (ЛР)	20	-	20	-
3	Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
4	Семинары(С)	-	-	-	-
5	Курсовое проектирование (КП)	-	-	-	-
6	Рефераты (Р)	-	-	-	-
7	Эссе (Э)	-	-	-	-
8	Индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	-	-	-	-
9	Самостоятельное изучение вопросов (СИБ)	-	34	-	34
10	Подготовка к занятиям (ПкЗ)		34		34
11	Промежуточная аттестация	-	-	-	-
12	Наименование вида промежуточной аттестации	х	х	зачет	
13	Всего	40	68	40	68

## 5. Структура и содержание дисциплины

Структура дисциплины представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Структура дисциплины

№ п/п	Наименования разделов и тем	Семестр	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы										Коды формируемых компетенций	
			лекции	лабораторная работа	практические занятия	семинары	курсовое проектирование	рефераты (эссе)	индивидуальные задания	самостоятельное изучение вопросов	подготовка к занятиям	промежуточная аттестация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1.	<b>Раздел 1 Введение в биоэнергетику</b>	3	4	4	-	-	-	x	x	9	9	x	ОПК-2, ПК-2	
1.1.	<b>Тема 1 Термодинамика биологических процессов</b>	3	2	2	-	-	-	x	x	5	5	x	ОПК-2, ПК-3	
1.2.	<b>Тема 2 Энергетика различных типов взаимодействий в макромолекулах. Потенциал переноса групп.</b>	3	2	2	-	-	-	x	x	4	4	x	ОПК-2, ПК-5	
2.	<b>Раздел 2 Энергия заключенная в атомах углерода углеводов</b>	3	4	4	-	-	-	x	x	6	6	x	ПК-3, ПК-4	
2.1.	<b>Тема 3 Катаболизм глюкозы</b>	3	4	4	-	-	-	x	x	6	6	x	ОПК-2, ПК-1	
3.	<b>Раздел 3 Энергия анаболизма углеводов</b>	3	6	6	-	-	-	x	x	9	9	x	ОПК-2, ПК-1	
3.1.	<b>Тема 4 Структура биологических мембран</b>	3	2	2	-	-	-	x	x	4	4	x	ПК-3, ПК-4	

№ п/п	Наименования разделов и тем	Семестр	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы										Коды формируемых компетенций	
			лекции	лабораторная работа	практические занятия	семинары	курсовое проектирование	рефераты (эссе)	индивидуальные задания	самостоятельное изучение вопросов	подготовка к занятиям	промежуточная аттестация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
3.2.	<b>Тема 5</b> Ферменты глюконогенеза	3	4	4	-	-	-	x	x	5	5	x	ОПК-2, ПК-2	
4.	<b>Раздел 4 Эволюционная биоэнергетика</b>	3	<b>6</b>	<b>6</b>	-	-	-	x	x	<b>10</b>	<b>10</b>	x	ПК-1	
4.1.	<b>Тема 6</b> Фотосинтез: общая схема и энергетический баланс	3	2	2	-	-	-	x	x	5	5	x	ОПК-2, ПК-3	
4.2.	<b>Тема 7</b> Эволюция биологических механизмов запасаения энергии (по В.П. Скулачеву)	3	4	4	-	-	-	x	x	5	5	x	ПК-5, ПК-4	
5	<b>Контактная работа</b>	3	20	20								2		
14.	<b>Объем дисциплины в семестре</b>	4	20	20	-	-	-	x	x	34	34	x	x	
15.	<b>Всего по дисциплине</b>	x	20	20	-	-	-	x	x	34	34	2	x	

## 5.2. Содержание дисциплины

### 5.2.1 – Темы лекций

№ п.п.	Наименование темы лекции	Объем, академические часы
Л-1	Введение (предмет и задачи, краткий исторический обзор работ по биоэнергетике. Термодинамика биологических процессов	2
Л-2	Энергетика различных типов взаимодействий в макромолекулах. Потенциал переноса групп	2
Л-3	Структура биологических мембран	2
Л-4	Катаболизм глюкозы	2
Л-5	Источники электронов для e-транспортной цепи	2
Л-6	Ферменты глюконеогенеза.	2
Л-7	Фотосинтез: общая схема и энергетический баланс	2
Л-8	Регуляция энергетического обмена	2
Л-9	Эволюция биологических механизмов запасания энергии	2
Л-10	Эволюция биологических механизмов запасания энергии	2
Итого по дисциплине		$\sum_{i=1}^{10} 2 = 20$

### 5.2.2 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы	Объем, академические часы
ЛР-1	Термодинамика биологических процессов.	2
ЛР-2	Механизмы миграции энергии в биосистемах.	2
ЛР-3	Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза, Са-АТФаза.	2
ЛР-4	Челночные системы внутренней мембраны митохондрий.	2
ЛР-5	Регуляция катаболизма глюкозы.	2
ЛР-6	Глюконеогенез.	2
ЛР-7	Фотосинтез. Строение хлоропластов. Суммарная схема фотосинтеза	2
ЛР-8	Биологические механизмы запасания энергии.	2
ЛР-9	Регуляция энергетического обмена	2
ЛР-10	Регуляция энергетического обмена	2
Итого по дисциплине		$\sum_{i=1}^{10} 2 = 20$

**5.2.3 – Темы практических занятий (не предусмотрены РУП)**

**5.2.4 – Темы семинарских занятий (не предусмотрены РУП)**

**5.2.5 Темы курсовых работ (проектов) (не предусмотрены РУП)**

**5.2.6 Темы рефератов (не предусмотрены рабочей программой)**

**5.2.7 Темы эссе (не предусмотрены рабочей программой)**

**5.2.8 Темы индивидуальных домашних заданий (не предусмотрены рабочей программой)**

**5.2.9 – Вопросы для самостоятельного изучения**

№ п.п.	Наименования темы (указать в соответствии с таблицей 5.1)	Наименование вопроса	Объем, академические часы
1.	Термодинамика биологических процессов	Термодинамика биологических процессов.	4
2.	Энергетика различных типов взаимодействий в макромолекулах. Потенциал переноса групп.	Механизмы миграции энергии в биосистемах.	5
3.	Катаболизм глюкозы	Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза, Са-АТФаза.	5
4.	Структура биологических мембран	Челночные системы внутренней мембраны митохондрий.	5
5	Ферменты глюконеогенеза	Регуляция катаболизма глюкозы.	5
6	Фотосинтез: общая схема и энергетический баланс	Глюконеогенез.	5
7	Эволюция биологических механизмов запасания энергии (по В.П. Скулачеву)	Фотосинтез. Строение хлоропластов. Суммарная схема фотосинтеза	5
Итого по дисциплине			$\sum$ 34

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**6.1 Основная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1. Косенко Е. Энергетический обмен в норме и при патологии. М.: Ленанд, 2014. - С. 304.

2. Дубынин В.А. Регуляторные системы организма человека. Издательский дом «Дрофа», 2003. – 368 с.

**6.2 Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины**

1. Фаминцын А.С. Обмен веществ и превращение энергии в растениях. М.: Мир, 2014 г. 641 с.

2. Волков Н.И., Олейников В.И. Биоэнергетика спорта. М.: Советский спорт, 2011.- 160 с.

3. Владимирская Е.Б. Биологические основы противоопухолевой терапии. М.: Агат-Мед, 2001. – 110 с.
4. Геннис Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функции. М.: Мир, 1997. – 357 с.
5. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3 томах. М.: Мир, 1993. – 676 с.
6. Зинченко В.П., Долгачева Л.П. Внутриклеточная сигнализация. М.: Аналитическая микроскопия, 2003. – 85 с.
7. Илющенко В.Г. Биоэнергетические, генетические и возрастные аспекты адаптационных возможностей организма. Ужгород, 2002. – 290 с.
8. Корнеев Д.Ю. Информационные возможности метода индукции флуоресценции хлорофилла. Киев: Альтерпресс, 2002. – 188 с.
9. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3 томах. М.: Мир, 1985. – 654 с.
10. Николайчик Е.А. Регуляция метаболизма. Минск, 2002. – 92 с.
11. Ревин В.В., Максимов Г.В., Колье О.Р. Биофизика: Учебник. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. – 353 с.
12. Рейвн П., Эверт Р., Айкухорн С. Современная ботаника, в 2-х томах, М.: Мир, 1990.- 874 с.
13. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: Учеб. для вузов; изд.4. М.: Дрофа, 2003. – 560 с.
14. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии. М.: ДеЛи принт, 2007. – 280 с.
15. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. М.: Наука, 1989. – 324 с.
16. Хмельницкий А.И., Василевская Н.В., Черенкевич С.Н. Структура и свойства ионных каналов биологических мембран. Изд-во БГУ, 2004. – 167 с.
17. Эдсолл Дж., Гатфренд Х. Биотермодинамика. - М.: Мир, 1986. – 253 с.
18. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М.: Изд-во НИИ Биомедицинской химии РАМН, 1999. – 256 с.
19. Alberts B., Bray D., Lewis J. et al. Molecular biology of the cell: third edition / Garland Publ. Inc., London., 1994.

### **6.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и другие материалы к занятиям**

Электронное учебное пособие включающее:

- конспект лекций;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;

### **6.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Электронное учебное пособие включающее:

- методические рекомендации для аспирантов по самостоятельной работе;
- методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий;

### **6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Open Office
2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)

### **6.6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. [ww.xumik.ru](http://ww.xumik.ru)
2. [www.rucont.ru](http://www.rucont.ru)

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия лекционного типа проводятся в аудитории, оборудованной мультимедиапроектором, компьютером, учебной доской.

**Таблица 7.1 – Материально-техническое обеспечение лабораторных работ\*#**

Номер ЛР	Тема лабораторной работы	Название специализированной лаборатории	Название спецоборудования	Название технических и электронных средств обучения и контроля знаний
1	2	3	4	5
ЛР-1	Термодинамика биологических процессов.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, магнитная мешалка, поляриметр, рН-метр, спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда, компьютер ПК - Intel Celeron Ноутбук – Acer Aspire 5102	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-2	Механизмы миграции энергии в биосистемах.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, магнитная мешалка, поляриметр, рН-метр, спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда, компьютер ПК - Intel Celeron Ноутбук – Acer Aspire 5102	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-3	Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза, Са-АТФаза.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-4	Челночные системы	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной	1. Open Office

	внутренней мембраны митохондрий.		универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-5	Регуляция катаболизма глюкозы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	11. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-6	Глюконеогенез.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-7	Фотосинтез. Строение хлоропластов. Суммарная схема фотосинтеза	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-8	Биологические механизмы запасания энергии.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun) n
ЛР-9	Регуляция энергетического обмена	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-10	Регуляция энергетического обмена	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в Приложении 1.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01.  
Биологические науки.

Разработал: \_\_\_\_\_

В.Н. Никулин