

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕССА И АДАПТАЦИИ**

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа  
06.04.01 Биология

Профиль подготовки  
Биохимия и молекулярная биология

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Биохимические механизмы стресса и адаптации» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры) от 23 сентября 2015 года № 1052.

Разработчик(и): кафедра биохимии и биофизики, Халилов Рустам Абдуразакович, к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» марта 2020 года,  
протокол № 7.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Халилов Р.А.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «25»  
марта 2020 г., протокол № 7.

Председатель \_\_\_\_\_ Рамазанова П.Б.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением «26» марта 2020 г. \_\_\_\_\_

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Биохимические механизмы стресса и адаптации**» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению **06.04.01. Биология**

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой **биохимии и биофизики**

**Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением молекулярных основ адаптации биообъектов к стрессорным воздействиям, так как именно благодаря адаптациям возможно существование организмов в широком диапазоне температуры, давления, влаги и т. д. В результате большого количества новых открытий, исследование биохимических механизмов стресса и адаптации стало самостоятельным научным направлением, охватывающим широкий круг проблем современной биологии, медицины и биохимии.**

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – **ПК-1, ПК-3.**

Преподавание дисциплины предусматривает **проведение** следующих видов учебных занятий: **лекции, практические занятия, самостоятельная работа.**

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение контроля успеваемости в форме **контрольной работы или коллоквиума** и промежуточный контроль в форме **экзамена**

Объем дисциплины **4.0** зачетных единиц, в том числе **144 ч** в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСП			консультации
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСП				
2	144	28	10		18			80+36	экзамен	

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «**Биохимические механизмы стресса и адаптации**» является формирование у магистров глубоких и прочных знаний о молекулярных механизмах развития стресса и адаптации у живых организмов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «**Биохимические механизмы стресса и адаптации**» входит в вариативную часть дисциплин (Б1.В.ОД.5) образовательной программы магистратуры по направлению **06.04.01 Биология**

Курс базируется на курсах общей биологии, биохимии, биофизики, физиологии, зоологии, физической химии. Изучение курса позволяет закрепить знания по перечисленным предметам, а также научиться оптимальному выбору методов для решения поставленных задач и делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных.

Изучив спецкурс, студент должен иметь ясное представление о различных формах стресс - реакции и различных стратегиях биохимической адаптации у биообъектов. Преподавание данного курса позволит дать студенту понимание биохимических основ приспособления организмов к меняющимся условиям внешней среды.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-1</b>	обладает способностью творчески использовать в научной и производственной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры	<b>Знает:</b> молекулярные механизмы стресс-реакций и адаптации <b>Умеет:</b> делать теоретические обоснования <b>Владеет:</b> умением интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе.
<b>ПК-3</b>	обладает способностью применять методические основы проектирования и выполнения полевых и лабораторных биологических и экологических исследований, использо-	<b>Знает:</b> методы экспериментальных исследований, позволяющие раскрыть молекулярные механизмы адаптаций <b>Умеет:</b> анализировать и интерпретировать результаты исследований, касающихся воздействия

	вать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью магистерской программы)	физико-химических факторов на организм <b>Владеет:</b> пониманием принципиальных основ, практических возможностей и ограничений физических методов исследования, с их аппаратурным оснащением и условиями проведения эксперимента,
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **4,0** зачетных единиц, **144** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Введение. Понятие стресса. Биохимическая адаптация: основные механизмы и стратегии</b>									
1	1. Введение. Понятие стресса.			1	2			9	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи
2	2. Биохимическая адаптация: основные механизмы и стратегии			1	2			9	
3	3. Адаптивные изменения ферментативных систем			1	2			9	
<b>Итого по модулю 1:</b>				<b>3</b>	<b>6</b>			<b>27</b>	

<b>Модуль 2. Особенности метаболизма в условиях дефицита кислорода</b>									
1	1. Особенности метаболизма в условиях дефицита кислорода.			1	2			9	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи
2	2. Адаптации к гипоксии			1	2			9	
3	3. Аноксия. Адаптации к аноксии. Брожение, виды брожения			1	2			9	
<b>Итого по модулю 2:</b>				<b>3</b>	<b>6</b>			<b>27</b>	
<b>Модуль 3. Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления, температуры и обезвоживанию</b>									
	1. Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления			1	2			8	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Метод развивающейся кооперации. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, программированный опрос, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи
	2. Особенности механизмов температурных адаптаций животных			2	2			8	
	3. Основные стратегии адаптации к обезвоживанию			1	2			10	
<b>Итого по модулю 3:</b>				<b>4</b>	<b>6</b>			<b>26</b>	
<b>Экзамен</b>								<b>36</b>	
<b>ИТОГО</b>				<b>10</b>	<b>18</b>			<b>116</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

## **1. Введение. Понятие стресса.**

Введение. Понятие стресса. Стрессовые факторы. Механизмы стрессорных реакций. Парадигма адаптации. Гомеостаз и адаптация. Стрессы биотической и абиотической природы. Концепция Ганса-Селье. Физиологические и биохимические адаптации. Функции биохимической адаптации. Энантиостаз и адаптация. Механизмы биохимической адаптации. Скорость биохимической адаптации и ее связь с имеющимися адаптивными механизмами. Генетическая адаптация. Акклимация и акклиматизация. Немедленная адаптация. Компенсаторная и наступательная адаптация

## **2. Биохимическая адаптация: основные механизмы и стратегии**

Причины существования множества возможных механизмов, компенсирующих негативное влияние факторов окружающей среды на белки и ферменты у пойкилотермов. Аминокислотные замены в белках пойкилотермов, изменяющие их термостабильность и конформационную подвижность при низких температурах. Молекулярные механизмы температурной компенсации. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Посттрансляционные модификации ферментов: фосфорилирование, убиквитинирование, аденилирование, ацетилирование и т.д. Роль шаперонов в адаптациях ферментов. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов.

## **3. Адаптивные изменения ферментативных систем**

Адаптивные изменения ферментативных систем. Адаптации ферментов к метаболическим функциям. Механизмы регуляции скорости потоков через метаболические пути. Регуляция активности ферментов: 1) путем изменения количества ферментов, 2) изменения собственной каталитической активности ферментов

Адаптации на уровне микроокружения макромолекул. Адаптации путем изменения метаболической активности. Скорость биохимической адаптации и ее связь с уже имеющимися адаптивными механизмами. Компенсаторная и эксплуативная адаптация. Причины существования множества возможных механизмов, компенсирующих негативное влияние факторов окружающей среды на белки и ферменты у пойкилотермов.

## **4. Особенности метаболизма в условиях дефицита кислорода и его полного отсутствия. Адаптации к гипоксии и аноксии.**

Причины, приводящие к развитию гипоксии (физические нагрузки, низкие температуры тела, ныряние, низкое атмосферное давление и т. д.). Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы. Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической ак-

тивности и перехода на новые энергетические субстраты. Энергетические ресурсы, позволяющие животным выжить в условиях острой и хронической гипоксии.

Аноксия. Адаптации к аноксии. Брожение, виды брожения. Энергетические субстраты при аноксии. Животные - факультативные анаэробы. Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления

## **5. Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления, рН и обезвоживанию**

Осмотическое давление и рН. Качественный состав биологических растворов. Осмолиты. Влияние осмолитов и рН на структуру биополимеров. Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления и рН.

Ангидробиоз. Биологическое значение ангидробиоза. Пути приспособления животных к обезвоживанию. Выключение активного метаболизма. Зимняя спячка и анабиоз.

## **6. Особенности механизмов температурных адаптаций животных**

Первичные температурные эффекты (влияние температуры на скорости биохимических реакций, на равновесие реакций, влияние температуры на структуру биополимеров). Эндотермия и регуляция температуры тела (преимущества и цена эндотермии, биохимические предпосылки для эндотермной регуляции, бурая жировая ткань, дрожательный и недрожательный термогенез). Эктотермия.

Пороги температурного стресса. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ. Молекулярные механизмы температурной компенсации. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Термостабильность белков. Влияние температуры на липиды. Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойтермных животных.

### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине**

#### **1. Понятие стресса. Биохимическая адаптация: основные механизмы и стратегии**

- 1) Понятие стресса. Стрессовые факторы. Механизмы стрессорных реакций.
- 2) Парадигма адаптации. Гомеостаз и адаптация.
- 3) Адаптивные изменения ферментативных систем.
- 4) Адаптации ферментов к метаболическим функциям.
- 5) Механизмы регуляции скорости потоков через метаболические пути.

- 5) Регуляция активности ферментов: 1) путем изменения количества ферментов, 2) изменения собственной каталитической активности ферментов
- 6) Адаптации на уровне микроокружения макромолекул.
- 5) Адаптации путем изменения метаболической активности..
- 6) Компенсаторная и эксплуатативная адаптация.

## **2. Особенности метаболизма в условиях дефицита кислорода и его полного отсутствия. Адаптации к гипоксии и аноксии.**

- 1) Причины, приводящие к развитию гипоксии
- 2) Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы.
- 3) Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической активности и перехода на новые энергетические субстраты.
- 4) Энергетические ресурсы, позволяющие животным выжить в условиях острой и хронической гипоксии.
- 5) Аноксия. Адаптации к аноксии. Энергетические субстраты при аноксии
- 6) Брожение, виды брожения.
- 7) Животные – факультативные анаэробы.
- 8) Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления

## **3. Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления, рН и обезвоживанию**

- 1) Осмотическое давление и рН. Качественный состав биологических растворов. Механизмы регуляции
- 2) Осмолиты. Влияние осмолитов и рН на структуру биополимеров.
- 3) Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления и рН.
- 4) Ангидробиоз. Биологическое значение ангидробиоза.
- 5) Пути приспособления животных к обезвоживанию. Выключение активного метаболизма. Зимняя спячка и анабиоз.

## **4) Особенности механизмов температурных адаптаций животных**

- 1) Влияние температуры на скорости биохимических реакций, на равновесие реакций, влияние температуры на структуру биополимеров.
- 2) Эндотермия и регуляция температуры тела (преимущества и цена эндотермии, биохимические предпосылки для эндотермной регуляции, бурая жировая ткань, дрожательный и недрожательный термогенез).
- 3) Экотермия.
- 4) Пороги температурного стресса.

- 5) Изозимы и температурная акклимация.
- 6) Температурная адаптация и аллозимы.
- 7) Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ.
- 8) Молекулярные механизмы температурной компенсации.
- 9) Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов.
- 9) Термостабильность белков.
- 10) Влияние температуры на липиды.
- 11) Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойтермных животных.

## **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 22 часов аудиторных занятий.

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

Успеваемость оценивается по средствам фронтального опроса, семинарских занятий, проведение контрольных работ, коллоквиумов. Форма оценки в виде экзамена. Оценивается самостоятельная работа студента, домашнее задание.

Самостоятельная работа студентов заключается в следующем:

- проработке учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовке докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиске и обзоре научных публикаций и электронных источников

по тематике дисциплины;

- выполнении курсовых работ (проектов);
- написании рефератов;
- работе с тестами и вопросами для самопроверки.

### **Темы самостоятельной работы.**

1. Влияние различных физико-химических факторов на биополимеры, клетки, ткани и организмы.
- 2) Границы жизни растений и животных. Экстремальные факторы окружающей среды
- 2) Понятие «стресс». Характеристика стрессорных реакций. Теории «стресса»
- 3) Основные механизмы стрессорных реакций у животных
- 4) Основные механизмы стрессорных реакций у растений
- 5) Роль гормонов в развитии стрессорных реакций
- 6) Роль стресса в интенсификации свободно-радикальных процессов
- 7) Физиологическая и биохимическая адаптация. Классификация адаптации
- 8) Механизмы и стратегии биохимической адаптации
- 9) Адаптации ферментов к метаболическим функциям
- 10) Гипоксия и аноксия. Особенности функционирования организмов в условиях дефицита кислорода.
- 11) Механизмы приспособлений животных к дефициту кислорода
- 12) Механизмы приспособлений животных к гипероксии
- 13) Осмотическое давление. Особенности функционирования организмов в условиях низкого и высокого осмотического давления.
- 14) Адаптации, связанные с водными растворами: эволюционные и регуляторные аспекты
- 15) Гипо- и гипербария. Особенности функционирования организмов в условиях низкого и высокого атмосферного давления.
- 16) Влияние температуры на скорости метаболических процессов.
- 17) Стратегии адаптации животных к температуре.

### **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетен-	Наименование	Планируемые ре-	Процедура
---------------	--------------	-----------------	-----------

ции из ФГОС ВО	компетенции из ФГОС ВО	результаты обучения	освоения
<b>ПК-1,</b>	способность творчески использовать в научной и производственной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры	<b>Знает:</b> молекулярные механизмы стресс-реакций и адаптации <b>Умеет:</b> делать теоретические обоснования <b>Владеет:</b> умением интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе.	Устный и письменный опрос, тестирование, рефераты, лабораторная работа
<b>ПК-3,</b>	способность применять методические основы проектирования и выполнения полевых и лабораторных биологических и экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью магистерской программы)	<b>Знает:</b> методы экспериментальных исследований, позволяющие раскрыть молекулярные механизмы адаптаций <b>Умеет:</b> анализировать и интерпретировать результаты исследований, касающихся воздействия физико-химических факторов на организм <b>Владеет:</b> пониманием принципиальных основ, практических возможностей и ограничений физических методов исследования, с их аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента,	Лабораторная работа, устный опрос, диспут, кейс-опрос

## 7.2. Типовые контрольные задания

## Вопросы к экзамену

- 1) Понятие стресса. Стрессовые факторы. Механизмы стрессорных реакций.
- 2) Парадигма адаптации. Гомеостаз и адаптация.
- 3) Адаптивные изменения ферментативных систем.
- 4) Адаптации ферментов к метаболическим функциям.
- 5) Механизмы регуляции скорости потоков через метаболические пути.
- 5) Регуляция активности ферментов: 1) путем изменения количества ферментов, 2) изменения собственной каталитической активности ферментов
- 6) Адаптации на уровне микроокружения макромолекул.
- 7) Адаптации путем изменения метаболической активности..
- 8) Компенсаторная и эксплуатативная адаптация.
- 9) Причины, приводящие к развитию гипоксии
- 10) Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы.
- 11) Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической активности и перехода на новые энергетические субстраты.
- 12) Энергетические ресурсы, позволяющие животным выжить в условиях острой и хронической гипоксии.
- 13) Аноксия. Адаптации к аноксии. Энергетические субстраты при аноксии
- 14) Брожение, виды брожения.
- 15) Животные - факультативные анаэробы.
- 16) Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления
- 17) Осмотическое давление и рН. Качественный состав биологических растворов. Механизмы регуляции
- 18) Осмолиты. Влияние осмолитов и рН на структуру биополимеров.
- 19) Основные стратегии адаптации к изменению осмотического давления и рН.
- 20) Ангидробиоз. Биологическое значение ангидробиоза.
- 21) Пути приспособления животных к обезвоживанию. Выключение активного метаболизма. Зимняя спячка и анабиоз.
- 22) Влияние температуры на скорости биохимических реакций, на равновесие реакций, влияние температуры на структуру биополимеров.
- 23) Эндотермия и регуляция температуры тела (преимущества и цена эндотермии, биохимические предпосылки для эндотермной регуляции, бурая жировая ткань, дрожательный и недрожательный термогенез).
- 24) Эктотермия.
- 25) Пороги температурного стресса.
- 26) Изозимы и температурная акклимация.

- 27) Температурная адаптация и аллозимы.
- 28) Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ.
- 29) Молекулярные механизмы температурной компенсации.
- 30) Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов.
- 31) Термостабильность белков.
- 32) Влияние температуры на липиды.
- 33) Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойтермных животных.

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях – 40 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 55 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 50 баллов,
- письменная контрольная работа - 25 баллов,
- тестирование - 25 баллов.

### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

#### **а) основная литература:**

1. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания [Электронный ресурс] / Е.Б. Меньщикова [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. – 284 с. – 978-5-379-02032-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65151.html> (дата обращения 03.06.2018)
2. Экологическая биохимия: краткий курс лекций / Л. Ф. Гуляева ; Новосибирский гос. ун-т, Фак. естественных наук, Каф. химии окружающей среды. - Новосибирск : Изд-во НГУ, 2007. - 131 с.
3. Hochachka P., Somero G. Biochemical adaptation. Oxford University Press. New York. - 2002.

4. Мейланов И.С., Кличханов Н. К., Халилов Р.А. и др. Исследование молекулярных механизмов гипотермических состояний млекопитающих. Учебное пособие. Махачкала: Издательство ДГУ - 2011.
5. Storey K.B., Storey J.M. Metabolic rate depression in animals: transcriptional and translational controls // Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. - 2004. - У.19. -Р.207-233.

**б) дополнительная литература:**

1. Somero G. Adaptation of enzymes to temperature; searching for basic “strategies”// Comparative Biochemistry and Physiology. – 2004. Part B 139. – 321 – 333.
2. Toien O., Drew K.L., Chao M.L., Rice M.E. Ascorbate dynamics and oxygen consumption during arousal from hibernation in Arctic ground squirrels // Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 2001. - V. 281. - P. 572 - 583.
3. Van Breukelen F., Martin S.L. Reversible depression of transcription during hibernation//J. Comp. Physiol. B. 2002. - V. 172. - P.355 - 361.
4. Zakhartsev M., Johansen T., Portner H.O., Blust R. Effects of temperature acclimation on lactate dehydrogenase of cod (*Gadus morhua*): genetic, kinetic and thermodynamic aspects// the journal of experimental biology. – 2003. V.207. – 95 – 112.
5. Ерлыкина Е.И. Особенности мембранной регуляции ферментов мозга при адаптации к изменяющимся условиям жизнедеятельности организма/Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. - 2006,г.Н.Новгород, 268 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистров по направлению 06.04.01 Биология:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. *Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)*
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека он-

- лайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
4. **Moodle** [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
  5. Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru> на основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
  6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
  7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> / (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
  8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
  9. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
  10. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
  9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
  11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
  12. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com> Доступ предоставлен на неограниченный срок

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем биохимии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса данного курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные

преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

**Реферат.** Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную Вами тему. *Реферат это не списанные куски текста с первоисточника.* Недопустимо брать рефераты из Интернета.

Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4).

*Структура реферата включает следующие разделы:*

- титульный лист;
- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации. Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением авторских прав. Используемые материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательные собственные выводы. Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта. Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

**Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:**

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

**Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

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

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и само-тестирования);

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лабораторная база кафедры биохимии и биофизики: спектрофотометр, флуориметр, фотоколориметр, рН –метр, торсионные и аналитические весы, поляризаторный микроскоп, реохордный мост, мост переменного тока, электронные и механические автопипетки, лабораторные животные и необходимые химические реактивы

Учебная литература (дополнительная и основная, «Практикум»), учебные и научно-популярные фильмы

На лекционных и лабораторно-практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, а также результаты научных исследований кафедры (моногра-

фии, учебные и методические пособия и т.д.).