

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ
ТЕМПЕРАТУРНЫХ АДАПТАЦИЙ**

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, очно-заочная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Биохимические механизмы температурных адаптаций» 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 температурных адаптаций» входит в вариативную часть образовательной программы по направлению **06.04.01.**

Биология

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными стратегиям температурных адаптаций у животных и растений на молекулярном, тканевом и организменном уровне.

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, коллоквиума и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины **3,0** зачетных единиц, в том числе **108 ч** в академических часах по видам учебных занятий

а) очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							СРС, в том числе экзамен
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
2	108	28	10		18			44+36	экзамен

а) очно-заочная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							СРС, в том числе экзамен
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
2	108	14	4		10			58+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биохимические механизмы температурных адаптаций» является формирование у магистров представлений о фундаментальных физических принципах, лежащих в основе адаптации живых организмов к температуре окружающей среды.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Биохимические механизмы температурных адаптаций» входит в вариативную часть (Б1.В.ОД.9) образовательной программы магистратуры по направлению **06.04.01 Биология**

Для изучения дисциплины студенты должны обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов биофизики, математики, биологии, анатомии, биохимии, молекулярной биологии, химии, теории эволюции, экологии. Освоение данной дисциплины необходимо для последующей научно-исследовательской работы на кафедре биохимии и биофизики ДГУ – кафедры, которая на протяжении многих лет занимается проблемой температурных адаптаций.

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

	исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью магистерской программы)	воздействия физико-химических факторов на организм Владеет: 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 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

а) очная форма обучения

№ 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 занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1. Температурные адаптации животных на уровне ферментов, биомембран и митохондрий								
1	Введение. Температурная зависимость химических процессов.			1	3			4	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
2	Температурная зависимость ферментативных реакций. Температурные адаптации на уровне ферментов			2	2			6	
3	Температурные адаптации на уровне биомембран			1	2			6	
4	Температурные адаптации на уровне митохондрий			1	2			6	

									рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи
	Итого за модуль 1			5	9			22	
	Модуль 2. Молекулярные механизмы температурных адаптаций пойкило-, гомойо- и гетеротермных животных								
1	Особенности метаболизма пойкилотермных животных. Молекулярные механизмы температурных адаптаций пойкилотермов			1	2			6	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 метаболизма гомойотермных животных. Молекулярные механизмы температурных адаптаций гомойотермов.			1	2			4	
3	Индукция гипометаболических состояний у гомойотермов при гипотермии. Проблемы и перспективы применения в медицине			1	1			4	
4	Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при зимней спячке			1	2			4	
5	Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке			1	2			4	

	Итого за модуль 2			5	9			22	
	Экзамен							36	
	ИТОГО:			10	18			80	

б) очно-заочная форма обучения

№ 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 занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Температурные адаптации животных на уровне ферментов, биомембран и митохондрий									
1	Введение. Температурная зависимость химических процессов.				2			6	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	Температурная зависимость ферментативных реакций. Температурные адаптации на уровне ферментов			1	1			8	
3	Температурные адаптации на уровне биомембран			1	1			6	
4	Температурные адаптации на уровне митохондрий				1			9	
Итого за модуль 1				2	5			29	
Модуль 2. Молекулярные механизмы температурных адаптаций пойкило-, гомойо- и гетеротермных животных									
1	Особенности метаболизма пойкилотермных животных. Молекулярные механизмы			1	1			6	Устный и письменный опрос, программированный опрос, тренинг, составление рефератов и докладов,

	температурных адаптаций пойкилотермов								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 метаболизма гомойотермных животных. Молекулярные механизмы температурных адаптаций гомойотермов.			1	1			6	
3	Индукция гипометаболических состояний у гомойотермов при гипотермии. Проблемы и перспективы применения в медицине				1			6	
4	Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при зимней спячке				1			6	
5	Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке				1			5	
	Итого за модуль 2			2	5			29	
	Экзамен							36	
	ИТОГО:			4	10			94	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1.

Тема 1. Температурная зависимость химических процессов.

Уравнение скорости химической реакции. Константа скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Уравнение Эйринга. Энтальпия и энтропия активации химической реакции.

Тема 2. Температурная зависимость ферментативных реакций.

Схема Михаэлиса. Уравнение скорости ферментативной реакции (уравнение Михаэлиса-Ментен). Максимальная скорость, константа Михаэлиса. Температурная зависимость максимальной скорости и константы Михаэлиса. Корреляция между максимальной скоростью и константой Михаэлиса. Температурная компенсация ферментативных реакций.

Тема 3. Температурные адаптации на уровне ферментов.

Свободная энергия активации. Молекулярные механизмы температурной компенсации. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ. Адаптации на уровне третичной структуры. Адаптация на уровне четвертичной структуры. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Термостабильность белков. Температурная компенсация у энергетических ферментов. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов.

Тема 3. Температурные адаптации на уровне мембран.

Влияние низких температур на физико-химическое состояние биомембран и функционирование мембранносвязанных ферментов. Термотропные переходы в липидной матрице. Изменение проницаемости мембран при снижении концентрации кислорода и температуры. Адаптации пойкилотермных животных на уровне биологических мембран (гомеовязкостная адаптация). Изменение жирнокислотного и фосфолипидного состава. Роль рафтов в температурной адаптации. Десатуразы жирных кислот у пойкилотермов.

Тема 2. Температурные адаптации на уровне митохондрий.

Основные энергетические субстраты. Компенсация энергетического обмена. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении температуры. АДФ/АТФ антипортеры. Холостые циклы. Адаптации на уровне митохондрий: изменения ультраструктуры, степени сопряжения окисления и фосфорилирования. Температурная компенсация у энергетических ферментов.

Модуль 3. Особенности метаболизма и механизмы температурных адаптаций пойкило-, гомойо- и гетеротермов

Тема 1. Особенности метаболизма пойкилотермных животных.

Молекулярные механизмы температурных адаптаций пойкилотермов

Образование льда, как один из основных механизмов повреждения клеток при очень низких температурах тела. Толерантность некоторых полярных рыб к замерзанию. Антифризы: пептидные и гликопептидные. Механизмы действия антифризов. 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, убиквитирование, аденилирование, ацетилирование и т.д. Роль шаперонов в адаптациях ферментов. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов.

Тема 2. Особенности метаболизма гомойотермных животных.

Молекулярные механизмы температурных адаптаций гомойотермов

Гомойотермия как стратегия биохимической адаптации к температуре. Механизмы снижения уровня метаболизма некоторых гомойотермов при изменении температуры окружающей среды. Физиологические изменения в организме гомойотермных животных при снижении температуры окружающей среды. Влияние гипотермии на скорость кровотока, потребление кислорода, метаболическую скорость, уровень АТФ, глюкозы, лактата, биосинтез белка, ионные градиенты. Гипотермические состояния гомойотермов. Возможна ли реализация древних пойкилотермных механизмов при экстремальных воздействиях факторов окружающей среды. Гетеротермия как одна из ветвей адаптации гомойотермных животных к условиям нехватки пищи и низких температур.

Тема 3. Индукция гипометаболических состояний у гомойотермов при гипотермии. Проблемы и перспективы применения в медицине

Гипотермия как один из возможных способов метаболической редукции у гомойотермных животных. Снижение скорости метаболизма при гипотермии как способ предотвращения энергодефицита и связанного с ним патобиохимического каскада при ишемии. Гипотермия как способ снижения активности свободно-радикальных процессов при ишемических и реперфузионных повреждениях органов гомойотермных животных. Гипотермия как способ коррекции ишемических и реперфузионных повреждений различных органов и тканей.

Тема 4. Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при гипобиозе.

Зимняя спячка мелких и крупных млекопитающих, отличительные особенности и эволюционная роль. Подготовка мелких и крупных млекопитающих к зимней спячке. Гетеротермия – это регресс, возврат к пойкилотермии гомойотермов или особая, более прогрессивная адаптация. Периоды зимней спячки: бауты спячки и спонтанное пробуждение. Физиологические изменения в организме зимоспящих в период спячки и спонтанного пробуждения: изменение температуры тела, скорости кровотока, частоты дыхания и сердечных сокращений, электрической активности мозга и т.д. Регуляция смены режимов сон-бодрствование в период зимней спячки. Бурая жировая ткань и ее роль в термогенезе в период пробуждения.

Тема 5. Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке

Обмен углеводов при зимней спячке и пробуждении. Запасы и экономия гликогена в период гибернации. Роль глюконеогенеза, основные источники углерода для биосинтеза глюкозы и гликогена. Биологическая роль липидов в период зимней спячки. Кетоновые тела как основной источник энергии. Обмен белков и аминокислот: распад белков и включение аминокислот в глюконеогенез в период гибернации. Адаптивные изменения на уровне ключевых ферментов ведущих метаболических путей. Адаптивные изменения на уровне липидов биомембран (изменение жирнокислотного и фосфолипидного состава при подготовке к зимней спячке) как пример наступательной адаптации. Источники и способы экономии воды в период зимнего оцепенения. Метаболическая вода и ее образование. Роль осмолитов (мочевины) в предотвращении обезвоживания. Накопление кетоновых тел и продуктов катаболизма аминокислот в период зимней спячки. Пробуждение как способ избавления от токсических продуктов. Кетоновые тела - триггер пробуждения. Особенности орнитинового цикла и его регуляция у зимоспящих животных, роль в нейтрализации бикарбоната и стабилизации pH.

4.3.2. Содержание практических и/или семинарских занятий по дисциплине

Тема 1. Температурная зависимость химических процессов и ферментативных реакций.

- 1) Уравнение скорости химической реакции. Константа скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Уравнение Эйринга.
- 2) Энтальпия и энтропия активации химической реакции.
- 3) Схема Михаэлиса. Уравнение скорости ферментативной реакции (уравнение Михаэлиса-Ментен).
- 4) Максимальная скорость, константа Михаэлиса.
- 5) Температурная зависимость максимальной скорости и константы Михаэлиса. Корреляция между максимальной скоростью и константой Михаэлиса.

Тема 2. Адаптации ферментов к температуре

- 1) Молекулярные механизмы температурной компенсации.
- 2) Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов.
- 3) Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ. Адаптации на уровне третичной структуры. Адаптация на уровне четвертичной структуры.
- 4) Изозимы и температурная акклимация.
- 5) Температурная адаптация и аллозимы.
- 6) Термостабильность белков.
- 7) Температурная компенсация у энергетических ферментов.

8) Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов.

Тема 3. Структура биомембран. Температурные адаптации на уровне мембран

- 1) Липиды мембран и их функции.
- 2) Фазовое состояние липидного бислоя.
- 3) Термотропные переходы в липидной матрице.
- 4) Температурная зависимость мембранных ферментов. Ацетилхолинэстераза, Na,K-АТФаза.
- 5) Зависимость структуры липидного бислоя от липидного состава мембраны. Рафты.
- 6) Холестерин. Роль холестерина в температурных адаптациях
- 7) Мембраны и цитоскелет.

Тема 4. Температурные адаптации на уровне митохондрий.

- 1) Структура митохондрий.
- 2) Дыхательная цепь.
- 3) Обмен метаболитами между матриксом митохондрий и цитозолем.
- 4) Окислительно фосфорилирование. Коэффициент сопряжения. Отношение P/O. Разобщители.
- 5) Бурая жировая ткань. Энергетика зимней спячки.

Тема 5. Особенности метаболизма пойкилотермных животных.

Молекулярные механизмы температурных адаптаций пойкилотермов

- 1) Образование льда, как один из основных механизмов повреждения клеток при очень низких температурах тела.
- 2) Толерантность некоторых полярных рыб к замерзанию. Антифризы: пептидные и гликопептидные. Механизмы действия антифризов.
- 3) Причины существования множества возможных механизмов, компенсирующих негативное влияние факторов окружающей среды на белки и ферменты у пойкилотермов.
- 4) Молекулярные механизмы температурной компенсации. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов.
- 5) Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы.
- 6) Посттрансляционные модификации ферментов: фосфорилирование, убиквитирование, аденилирование, ацетилирование и т.д.
- 7) Роль шаперонов в адаптациях ферментов. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов.

Тема 6. Особенности метаболизма гомойотермных животных.

Молекулярные механизмы температурных адаптаций гомойотермов

- 1) Гомойотермия как стратегия биохимической адаптации к температуре. Механизмы снижения уровня метаболизма некоторых гомойотермов при изменении температуры окружающей среды.

- 2) Физиологические изменения в организме гомойотермных животных при снижении температуры окружающей среды. Гипотермические состояния гомойотермов.
- 2) Влияние гипотермии на скорость кровотока, потребление кислорода, метаболическую скорость, уровень АТФ, глюкозы, лактата, биосинтез белка, ионные градиенты.

Тема 7. Индукция гипометаболических состояний у гомойотермов при гипотермии. Проблемы и перспективы применения в медицине

- 1) Гипотермия как один из возможных способов метаболической редукции у гомойотермных животных.
- 2) Снижение скорости метаболизма при гипотермии как способ предотвращения энергодефицита и связанного с ним патобиохимического каскада при ишемии.
- 3) Гипотермия как способ коррекции ишемических и реперфузионных повреждений различных органов и тканей.

Тема 8. Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при гипобииозе.

- 1) Зимняя спячка мелких и крупных млекопитающих, отличительные особенности и эволюционная роль.
- 2) Физиологические изменения в организме зимоспящих в период спячки и спонтанного пробуждения:
- 3) Регуляция смены режимов сон-бодрствование в период зимней спячки.
- 4) Бурая жировая ткань и ее роль в термогенезе в период пробуждения.

Тема 9. Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке

- 1) Обмен углеводов при зимней спячке и пробуждении. Запасы и экономия гликогена в период гибернации.
- 2) Роль глюконеогенеза, основные источники углерода для биосинтеза глюкозы и гликогена.
- 3) Биологическая роль липидов в период зимней спячки. Кетоновые тела как основной источник энергии.
- 4) Обмен белков и аминокислот: распад белков и включение аминокислот в глюконеогенез в период гибернации.
- 5) Адаптивные изменения на уровне ключевых ферментов ведущих метаболических путей. Адаптивные изменения на уровне липидов биомембран
- 6) Источники и способы экономии воды в период зимнего оцепенения.
- 7) . Накопление кетоновых тел и продуктов катаболизма аминокислот в период зимней спячки.
- 8) Особенности орнитинового цикла и его регуляция у зимоспящих животных, роль в нейтрализации бикарбоната и стабилизации pH.

5. Образовательные технологии

Активные инновационные методы обучения

- неимитационные методы;

- неигровые имитационные методы;

Неимитационные методы: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками, лекция-беседа, лекция-дискуссия;

- лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал;
- лекция-консультация, при которой до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов; в том числе с привлечением квалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы.

Неигровые имитационные методы: кейс-метод, контекстное обучение, тренинг;

- методы группового решения творческих задач
- метод Дельфи
- метод дневников
- метод развивающейся кооперации

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции обрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- выполнение лабораторной работы;
- оформление рабочей тетради с соответствующими методическими указаниями к работе, результатами работы и выводами по сделанной работе;
- обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на семинарских и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

Темы самостоятельной работы.

1. Температурные границы жизнедеятельности животных
2. Температурная зависимость элементарных физических и химических процессов. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Энтропия активации. Коэффициент Вант-Гоффа
3. Температурная зависимость биологических процессов
4. Температурная зависимость ферментативных реакций

5. Температурная зависимость диффузионных процессов
6. Зависимость кинетических характеристик ферментов от температуры
7. Температура кристаллизации воды
8. Осмолиты
9. Термоденатурация белков
10. Холодоустойчивость организмов
11. Летальные температуры для животных
12. Температурная зависимость активности нервной системы
13. Температурная зависимость сердечной мышцы
14. Тепловая акклимация
15. Температурная компенсация активности ферментов
16. Молекулярные механизмы акклимации
17. Роль липидов при температурных адаптациях
18. Температурные адаптации белков
19. Адаптивное поведение животных при изменении температуры среды
20. Метаболический разогрев
21. Терморцепторы пойкилотермных животных
22. Оптимальные температуры
23. Температурная зависимость биоэлектrogenеза
24. Температурная зависимость скорости проведения нервных импульсов
25. Центры термогенеза у гомойотермов
26. Действие холода на термогенез у млекопитающих
27. Акклимация к холоду у млекопитающих
28. Гипотермия
29. Гипертермия
30. Механизмы терморегуляции у гомойотермов
31. Температурная компенсация у гомойотермов

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.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1	способность творчески использовать в научной и производственной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов	Знает: молекулярные механизмы температурных адаптаций на уровне мембран, белков, ферментов, метаболических путей Умеет: делать теоретические обоснования Владеет: умением интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые	Устный и письменный опрос, тестирование, рефераты, лабораторная работа

	дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры	в научной литературе.	
ПК-3	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)	Знает: методы экспериментальных исследований, позволяющие раскрыть молекулярные механизмы температурных адаптаций Умеет: анализировать и интерпретировать результаты исследований, касающихся воздействия физико-химических факторов на организм Владеет: пониманием принципиальных основ, практических возможностей и ограничений физических методов исследования, с их аппаратурным оснащением и условиями проведения эксперимента,	Лабораторная работа, устный опрос, диспут, кейс-опрос

7.2. Типовые контрольные задания

Предоставление контрольных вопросов по разделам курса. Текущее консультирование. Проведение промежуточной аттестации в виде тестирования. Итоговой формой аттестации является экзамен, проводимый, в основном, в устной форме.

7.2.1. Перечень контрольных вопросов:

- 1) Дайте определение пойкилотермии
- 2) Дайте определение гомойотермии
- 3) Дайте определение гетеротермии
- 4) Укажите температурные границы жизнедеятельности животных
- 5) Перечислите термические и физико-химические свойства воды
- 6) Температурная зависимость структуры воды
- 7) Температурная зависимость элементарных физических и химических процессов
- 8) Уравнение Аррениуса
- 9) Энергия активации
- 10) Энтропия активации
- 11) Коэффициент Вант-Гоффа
- 12) Температурная зависимость биологических процессов
- 13) Температурная зависимость ферментативных реакций
- 14) Температурная зависимость диффузионных процессов
- 15) Зависимость кинетических характеристик ферментов от температуры

- 16) Температура кристаллизации воды
- 17) Осмолиты
- 18) Термоденатурация белков
- 19) Холодоустойчивость организмов
- 20) Летальные температуры для животных
- 21) Температурная зависимость активности нервной системы
- 22) Температурная зависимость сердечной мышцы
- 23) Тепловая акклимация
- 24) Температурная компенсация активности ферментов
- 25) Молекулярные механизмы акклимации
- 26) Роль липидов при температурных адаптациях
- 27) Температурные адаптации белков
- 28) Адаптивное поведение животных при изменении температуры среды
- 29) Метаболический разогрев
- 30) Терморцепторы пойкилотермных животных
- 31) Оптимальные температуры
- 32) Температурная зависимость биоэлектrogenеза
- 33) Температурная зависимость скорости проведения нервных импульсов
- 34) Центры термогенеза у гомойотермов
- 35) Действие холода на термогенез у млекопитающих
- 36) Акклимация к холоду у млекопитающих
- 37) Гипотермия
- 38) Гипертермия
- 39) Механизмы терморегуляции у гомойотермов
- 40) Температурная компенсация у гомойотермов

7.2.2. Примерная тематика рефератов.

- 1) Границы жизни пойкилотермных и гомойотермных животных. Экстремальные факторы окружающей среды
- 2) Понятие «стресс». Характеристика стрессорных реакций. Теории «стресса»
- 3) Основные механизмы стрессорных реакций у животных
- 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 организмов в условиях низкого и высокого атмосферного давления.
- 16) Влияние температуры на скорости метаболических процессов.
- 17) Стратегии адаптации животных к температуре
- 18) Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы.

- 19) Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической активности и перехода на новые энергетические субстраты.
- 20) Энергетические ресурсы в условиях острой и хронической гипоксии.
- 21) Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления
- 22) Изозимы и температурная акклимация.
- 23) Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойотермных животных

7.2.3. Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации прилагаются

7.2.4. Примерный перечень вопросов к экзамену по всему курсу

1. Физиологические и биохимические адаптации. Функции биохимической адаптации. Энантиостаз и адаптация
2. Механизмы биохимической адаптации. Скорость биохимической адаптации и ее связь с имеющимися адаптивными механизмами.
3. Генетическая адаптация. Акклимация и акклиматизация. Немедленная адаптация. Компенсаторная и наступательная адаптация
4. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Теория Аррениуса.
5. Механизмы эндотермной регуляции.
6. Анабиоз у пойкилотермных
7. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении температуры.
12. Адаптации на уровне митохондрий: изменения ультраструктуры, степени сопряжения окисления и фосфорилирования.
13. Температурная компенсация у энергетических ферментов.
14. Молекулярные механизмы температурной компенсации.
15. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы.
16. Посттрансляционные модификации ферментов: фосфорилирование, убиквитирование, аденилирование, ацетилирование и т.д. Роль шаперонов в адаптациях ферментов.
17. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов при гипометаболических состояниях.
18. Влияние низких температур на физико-химическое состояние биомембран и функционирование мембранносвязанных ферментов. Термотропные переходы в липидной матрице.
19. Изменение проницаемости мембран при снижении концентрации кислорода и температуры.
20. Адаптации пойкилотермных животных на уровне биологических мембран (гомеовязкостная адаптация). Изменение жирнокислотного и фосфолипидного состава.

21. Роль рафтов в температурной адаптации. Десатуразы жирных кислот у пойкилотермов.
22. Толерантность некоторых полярных рыб к замерзанию. Антифризы: пептидные и гликопептидные. Механизмы действия антифризов.
23. Гомойотермия как стратегия биохимической адаптации к температуре.
24. Механизмы снижения уровня метаболизма некоторых гомойотермов при изменении температуры окружающей среды
25. Физиологические изменения в организме гомойотермных животных при снижении температуры окружающей среды.
26. Гипотермические состояния гомойотермов.
28. Гетеротермия как одна из ветвей адаптации гомойотермных животных к условиям нехватки пищи и низких температур.
29. Зимняя спячка мелких и крупных млекопитающих, отличительные особенности и эволюционная роль. Подготовка мелких и крупных млекопитающих к зимней спячке.
30. Физиологические изменения в организме зимоспящих в период спячки и спонтанного пробуждения
31. Регуляция смены режимов сон-бодрствование в период зимней спячки.
32. Бурая жировая ткань и ее роль в термогенезе в период пробуждения.
33. Обмен углеводов при зимней спячке и пробуждении.
34. Роль глюконеогенеза, основные источники углерода для биосинтеза глюкозы и гликогена.
35. Биологическая роль липидов в период зимней спячки. Кетоновые тела как основной источник энергии.
36. Обмен белков и аминокислот: распад белков и включение аминокислот в глюконеогенез в период гибернации.
37. Адаптивные изменения на уровне ключевых ферментов ведущих метаболических путей.
38. Адаптивные изменения на уровне липидов биомембран (изменение жирнокислотного и фосфолипидного состава при подготовке к зимней спячке) как пример наступательной адаптации.
39. Источники и способы экономии воды в период зимнего оцепенения.
40. Проблема накопления конечных продуктов в период зимнего
41. Ишемические и реперфузионные повреждения тканей зимоспящих животных при впадении в спячку и выходе из нее.
42. Интенсивность свободно-радикальных процессов у зимоспящих животных и роль антиоксидантной системы.
43. Гипотермия как один из возможных способов метаболической редукции у гомойотермных животных.
44. Гипотермия как способ коррекции ишемических и реперфузионных повреждений различных органов и тканей.

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 04.06.2018)
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.
2. Hochachka P., Somero G. Biochemical adaptation. Oxford University Press. New York. - 2002.
3. Мейланов И.С., Кличханов Н. К., Халилов Р.А. и др. Исследование молекулярных механизмов гипотермических состояний млекопитающих. Учебное пособие. Махачкала: Издательство ДГУ - 2011.
4. Storey K.B., Storey J.M. Metabolic rate depression in animals: transcriptional and translational controls // Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. - 2004. - У.19. -P.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. Wang L.C.H., Lee T.F. Torpor and hibernation in mammals: metabolic, physiological and biochemical adaptations // Handbook of Physiology. Eds. M.J. Fre-gly, C.M. Blatteis. N.Y.: Oxford Univ. Press. 1996. - P. 507 - 531.
5. 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.

6. 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 с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)*
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» 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 онлайн» 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 обучением: [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.

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 желательно 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.

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ,

используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;

- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

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, поляризационный 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 (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).