



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет
Кафедра биохимии и биофизики



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и
инновациям

 Н.А. Ашурбеков

«15» марта 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биохимические основы гипометаболических
состояний позвоночных»

по направлению подготовки: 06.06.01 Биологические науки

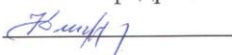
Профиль подготовки:
03.01.04 Биохимия

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Рабочая программа дисциплины составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» от 30 июля 2014 г. № 871

Разработчик: кафедра биохимии и биофизики, Кличханов Н. К., д.б.н., профессор 

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры биохимии и биофизики от 26 января 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Халилов Р. А.

на заседании Методической комиссии биологического факультета от 27 января 2021 г., протокол №5

Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «15» марта 2021 г.  Э. Т. Рамазанова

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Биохимические механизмы гипометаболических состояний позвоночных» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки. Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Целью курса является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о молекулярных механизмах температурных адаптаций позвоночных.

Важной задачей курса является ознакомление аспирантов с основными понятиями, связанными с адаптацией на молекулярном уровне, выявление взаимосвязи эволюции адаптивных систем живых организмов и температурой среды обитания, изучение методов оценки адаптационных изменений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с адаптивными изменениями на уровне белков, липидов, ферментов, а также на генетическом уровне при адаптации животных к низким температурам тела.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общепрофессиональной компетенции ОПК-1,2 и профессиональные компетенции ПК-1,3,4,5.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 06.06.01. Биологические науки, изучающих дисциплину « Биохимические основы гипометаболических состояний позвоночных».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/06.06.01.pdf>, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ №871 от 30 июля 2014 г.;
- Образовательной программой 06.06.01 – Биологические науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 06.06.01– Биологические науки утвержденным Ученым советом ДГУ протокол №7 от 29.03 2018 г.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Год	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	Все го	в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем, из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
3	108	12	-	12	-	-	84	зачет

Цели и задачи изучения освоения дисциплины.

Целью курса является формирование у аспирантов фундаментальных знаний о молекулярных механизмах температурных адаптаций позвоночных.

Важной задачей курса является ознакомление аспирантов с основными понятиями, связанными с адаптацией на молекулярном уровне, выявление взаимосвязи эволюции адаптивных систем живых организмов и температурой среды обитания, изучение методов оценки адаптационных изменений.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Компетенции	Результаты освоения ОПОП	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><i>Знать:</i> основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения; основные источники и методы поиска научной информации.</p> <p><i>Уметь:</i> находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности; обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики; анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований; собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа; выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав.</p> <p><i>Владеть:</i> инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии; навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях.</p>
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><i>Знать:</i> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта.</p> <p><i>Уметь:</i> доносить до обучающихся в доступной</p>

		<p>и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук; осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук.</p> <p><i>Владеть:</i> технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки).</p>
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению подготовки	<p><i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологии; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий; методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p><i>Уметь:</i> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку; представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p><i>Владеть:</i> методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>
ПК-3	Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при профессиональной деятельности	<p><i>Знать:</i> теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии; базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>
ПК-4	Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, способность проводить обработку и анализ научных результатов, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в ведущих профиль-	<p><i>Знать:</i> нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов; требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p><i>Уметь:</i> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях; готовить заявки на финансирование НИР в области биологии по соответствующему профилю.</p>

	ных журналах	<i>Владеть:</i> навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций.
ПК-5	Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и Вузе	<i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологических наук; способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей. <i>Уметь:</i> преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины; разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин. <i>Владеть:</i> методами и технологиями межличностной коммуникации.

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Общепрофессиональные	ОПК-1	<p><i>Знает</i> основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения, а также основные источники и методы поиска научной информации.</p> <p><i>Применяет</i> наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности.</p> <p><i>Демонстрирует</i> умение обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики.</p> <p><i>Анализирует</i>, систематизирует и усваивает передовой опыт проведения научных исследований.</p> <p><i>Умеет</i> собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа.</p> <p><i>Способен</i> выделять и обосновывать авторский вклад в проводимое исследование, оценивать его научную новизну и практическую значимость при условии уважительного отношения к вкладу и достижениям других исследователей, занимающихся (занимавшихся) данной проблематикой, соблюдения научной этики и авторских прав.</p> <p><i>Владеет</i> инструментами и технологией</p>	тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе

		научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии; навыками публикации результатов научных исследований, в том числе полученных лично обучающимся, в рецензируемых научных изданиях	
	ОПК-2	<p>Использует нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования.</p> <p>Применяет основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта.</p> <p>Демонстрирует способность доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук;</p> <p>Осуществляет отбор и использует оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук.</p> <p>Владеет технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)</p>	тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе
Профессиональные	ПК-1	<p>Демонстрирует понимание современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Знает порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий.</p> <p>Применяет современные методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p>Умеет самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку.</p> <p>Может представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>Владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>	Собеседование, тест, контрольная работа, доклад, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков использования современных методов исследования и проведения экспериментальных работ

ПК3		<p>Применяет теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии, а также базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p>Демонстрирует навыки выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований.</p> <p>Использует научно-техническую информацию.</p> <p>Демонстрирует навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, презентация, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований и использования научно-технической информации</p>
ПК-4		<p>Демонстрирует знание нормативных требований к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов.</p> <p>Знает требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Умеет представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Использует свои знания для подготовки заявок на финансирование НИР в области биологии по соответствующему профилю.</p> <p>Владеет навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков оформления рукописей научных работ и представления результатов в виде отчетов и публикаций</p>
ПК-5		<p>Демонстрирует знания современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Понимает способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей.</p> <p>Владеет методами преподавания учебных предметов, курсов, дисциплин.</p> <p>Демонстрирует навыки разработки научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин.</p> <p>Использует методы и технологиями межличностной коммуникации.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат, отчет: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков преподавания учебных дисциплин и</p>

			подготовки учебно-методических материалов
--	--	--	---

3. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО аспирантуры

Дисциплина относится к вариативной части программы (Блок 1). Изучение данной дисциплины базируется на принципах преемственности Программы подготовки магистров, а также закрепляет знания, умения, навыки, сформированные у аспирантов в результате освоения дисциплин «Биохимия», «Химия белка» и базовых дисциплин (Блок 1).

Навыки и умения, приобретённые в результате изучения дисциплины «Биохимические механизмы гипометаболических состояний позвоночных», необходимы аспиранту как предшествующие при освоении дисциплин по выбору, а также Блока 2 «Практики», Блока 3 «Научные исследования», Блока 4 «Государственная итоговая аттестация».

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Год	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	Практич. занятия	Лаборатор. занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Гипометаболические состояния пойкилотермных организмов									
1	Биохимические механизмы снижения уровня метаболизма пойкилотермов при аноксии и гипоксии, нырянии, недостатке пищи и воды, снижении температуры	3						8	реферат
2	Особенности энергетического метаболизма пойкилотермных позвоночных при гипобиозе	3		1	2			5	устный и письменный опрос
3	Адаптации на уровне белков, ферментов (генотипические и фенотипические) и мембран (гомеовязкостная адаптация) при гипометаболических состояниях пойкилотермов	3		2	2			7	устный и письменный опрос

4	Толерантность пойкилотермных животных к замерзанию при гипобиотических состояниях. Механизмы действия антифризов	3		1				8	дискуссия
<i>Итого по модулю 1</i>				4	4			28	
Модуль 2. Гипометаболические состояния гетеротермных животных									
5	Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при гипобиозе	3						12	Самостоятельная работа
6	Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке. Основные источники энергии, роль аминокислот	3		3	2			8	устный опрос, презентацией
7	Индукция свободно-радикальных процессов и антиоксидантная защита при гибернации	3		1	2			8	реферат, подготовка презентаций
<i>Итого по модулю 2</i>				4	4			28	
Модуль 3. Искусственные гипометаболические состояния у млекопитающих									
8	Влияние гипотермии на углеводный, липидный и белковый метаболизма тканей	3		2	2			8	устный и письменный опрос
9	Индукция свободно-радикальных процессов и антиоксидантная защита тканей при гипотермии	3		1	2			8	устный и письменный опрос
10	Использование гипотермии для лечения и профилактики патологических состояний человека			1				12	Реферат
<i>Итого по модулю 3:</i>				4	4		–	28	
ИТОГО:				12	12			84	

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

Модуль 1. Гипометаболические состояния пойкилотермных организмов

Тема 1. Биохимические механизмы снижения уровня метаболизма пойкилотермов при аноксии и гипоксии, нырянии, недостатке пищи и воды, снижении температуры

Общие представления о гипометаболических состояниях. Факторы, провоцирующие снижение интенсивности метаболизма у пойкилотермных животных. Механизмы, снижающие уровень метаболизма. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Теория Аррениуса. Механизмы эндотермной регуляции. Выключение активного метаболизма. Аноксия у черепах при нырянии. Ангидробриоз у некоторых пойкилотермных позвоночных. Летняя спячка двоякодышащих рыб. Снижение интенсивности метаболизма у глубоководных животных

Тема 2. Особенности энергетического метаболизма пойкилотермных позвоночных при гипобиозе

Основные энергетические субстраты. Компенсация энергетического обмена. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении кислородного режима, нырянии, недостатке пищи и воды, снижении температуры. Пути утилизации лактата при аноксии и гипоксии. АДФ/АТФ антипортеры. Холостые циклы. Адаптации на уровне митохондрий: изменения ультраструктуры, степени сопряжения окисления и фосфорилирования. Температурная компенсация у энергетических ферментов.

Тема 3. Адаптации на уровне белков, ферментов (генотипические и фенотипические) и мембран (гомеовязкостная адаптация) при гипометаболических состояниях пойкилотермов

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.

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. Арест ионных каналов у черепах при аноксии. 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 4. Толерантность пойкилотермных животных к замерзанию при гипобиотических состояниях. Механизмы действия антифризов

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.

Модуль 2. Гипометаболические состояния гетеротермных организмов

Тема 5. Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при гипобиозе

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. 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.

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 6. Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке. Основные источники энергии, роль аминокислот

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 – триггеры пробуждения. Особенности орнитинового цикла и его регуляция у зимоспящих животных, роль в нейтрализации бикарбоната и стабилизации pH.

Тема 7. Индукция свободнорадикальных процессов и антиоксидантная система при гибернации

Ишемические и реперфузионные повреждения тканей зимоспящих животных при впадении в спячку и выходе из нее. Причины гипоксии при входе в состояние оцепенения и роль митохондрий в развитии окислительного стресса. Реперфузионные повреждения при выходе из состояния торпидности. Интенсивность свободнорадикальных процессов у зимоспящих животных и роль антиоксидантной системы.

Модуль 3. Искусственные гипометаболические состояния у млекопитающих

Тема 8. Влияние гипотермии на углеводный, липидный и белковый метаболизм тканей

Влияние гипотермии на скорость кровотока, потребление кислорода, метаболическую скорость, уровень АТФ, глюкозы, лактата, биосинтез белка, ионные градиенты в

клетках и тканях млекопитающих.

Тема 9. Индукция свободнорадикальных процессов и антиоксидантная защита тканей при гипотермии

Индукция свободнорадикальных процессов в тканях гомойотермов при снижении температуры тела. Роль холодового стресса. Источники активных форм кислорода при гипотермии. Свободнорадикальное повреждение основных макромолекул клеток при гипотермии. Состояние антиоксидантной системы при гипотермических состояниях млекопитающих. Состояние свободнорадикальных процессов при пролонгированной гипотермии и в пост гипотермическом периоде. Использование антиоксидантов для защиты тканей от окислительной деструкции при гипотермии.

Тема 10. Использование гипотермии для лечения и профилактики патологических состояний человека

Гипотермия как один из возможных способов метаболической редукции у гомойотермных организмов. 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.

4.4. Темы практических (семинарских) занятий

№	Вопросы к теме	Кол-во часов
1	<p>Тема 2. Особенности энергетического метаболизма пойкилотермных позвоночных при гипобиозе.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные энергетические субстраты при гипобиозе. Компенсация энергетического обмена. 2. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении кислородного режима, недостатке пищи и воды, снижении температуры. 2. Пути утилизации лактата при аноксии и гипоксии. 3. Адаптации на уровне митохондрий: изменения ультраструктуры, степени сопряжения окисления и фосфорилирования. 4. Температурная компенсация у ферментов энергетического обмена. 	2
2	<p>Тема 3. Адаптации на уровне белков, ферментов (генотипические и фенотипические) и мембран (гомеовязкостная адаптация) при гипометаболических состояниях пойкилотермов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Причины существования множества возможных механизмов, компенсирующих негативное влияние факторов окружающей среды на белки и ферменты у пойкилотермов. 2. Молекулярные механизмы температурной компенсации. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. 3. Роль шаперонов в адаптациях ферментов. 4. Адаптации белоксинтезирующих и протеолитических ферментов. 5. Адаптации пойкилотермных животных на уровне биологических мембран (гомеовязкостная адаптация) 	2

3	<p>Тема 6. Приспособительные особенности углеводного, липидного и белкового метаболизма гетеротермных позвоночных при зимней спячке. Основные источники энергии, роль аминокислот.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обмен углеводов при зимней спячке и пробуждении. 2. Обмен белков и аминокислот: распад белков и включение аминокислот в глюконеогенез в период гибернации. 3. Адаптивные изменения на уровне ключевых ферментов ведущих метаболических путей. 4. Источники и способы экономии воды в период зимнего оцепенения. 5. Пробуждение как способ избавления от токсических продуктов. 6. Особенности орнитинового цикла и его регуляция у зимоспящих животных, роль в нейтрализации бикарбоната и стабилизации pH. 	2
4	<p>Тема 7. Индукция свободно-радикальных процессов и антиоксидантная защита при гибернации.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Причины гипоксии при входе в состояние оцепенение. 2. Роль митохондрий в развитии окислительного стресса при входе и выходе из баута спячки. 3. Другие возможные источник активных форм кислорода в динамике спячки. 4. Реперфузионные повреждения при выходе из состояния торпидности. 5. Динамика свободнорадикальных процессов в тканях и клетках в ходе пробуждения животных из спячки. 6. Эффективность антиоксидантной защиты зимоспящих животных. 	2
5	<p>Тема 8. Влияние гипотермии на углеводный, липидный и белковый метаболизма тканей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние глубины и длительности гипотермии на углеводный обмен тканей гомойотермов. 2. Влияние глубины и длительности гипотермии на липидный обмен тканей гомойотермов. 3. Влияние глубины и длительности гипотермии на белковый обмен тканей гомойотермов. 	2
6	<p>Тема 9. Индукция свободно-радикальных процессов и антиоксидантная защита тканей при гипотермии</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Роль холодового стресса как триггера свободнорадикальных процессов у гомойотермов. 2. Источники активных форм кислорода при гипотермии. 3. Влияние гипотермии на степень окислительной деструкции белков и липидов тканей и клеток при гипотермии. 4. Состояние антиоксидантной системы при гипотермических состояниях млекопитающих. 5. Состояние свободнорадикальных процессов в пост гипотермическом периоде. 6. Эффективность использования антиоксидантов для защиты тканей от окислительной деструкции при гипотермии. 	2
	Итого:	12

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

5.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Разделы и темы для самостоятельного	Источники	Виды и содержание самостоятельной
-------------------------------------	-----------	-----------------------------------

изучения		работы
Модуль 1. Гипометаболические состояния пойкилотермных организмов		
<p>Тема 1. Биохимические механизмы снижения уровня метаболизма пойкилотермов при аноксии и гипоксии, недостатке пищи и воды, снижении температуры</p> <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аноксия и ангидробриоз пойкилотермных позвоночных 2. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении кислородного режима, нырянии, недостатке пищи и воды, снижении температуры 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Немова Н. Н. Биохимические адаптации морских двустворчатых моллюсков к аноксии (обзор) // Труды Карельского научного центра РАН. 2011. № 3. С. 121-130. 2. Иванов К.П. Эволюция легочного дыхания у высших позвоночных // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2012. N 2. С.182-185. 3. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. М.: Мир, 1988. 568 с. 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору.</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
<p>Тема 3. Адаптации на уровне белков и ферментов при гипометаболических состояниях пойкилотермов (генотипические и фенотипические).</p> <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Температурная компенсация у ферментов, участвующих в энергетическом обмене. 2. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Колаева С.Г. (Ред.) Эколого-физиологические характеристики природных гипометаболических состояний. Сборник статей. Пушкино: Пушинский научный центр РАН, 1992. 140 с. 2. Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка, Дж. Сомеро. М.: Мир, 1988. 568 с 	
<p>Тема 3. Адаптации пойкилотермных животных на уровне биологических мембран (гомеовязкостная адаптация).</p> <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние низких температур на физико-химическое состояние биомембран и функционирование мембраносвязанных ферментов. 2. Термотропные переходы в липидной матрице 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Смирнов Л.П., Богдан В.В. Липиды в физиолого-биохимических адаптациях эктотермных организмов к абиотическим и биотическим факторам среды. М.: Наука, 2007. 182 с. 2. Смирнов Л.П., Богдан В.В. Температурная преадаптация жирнокислотных составов липидов эктотермных организмов разной организации // Журн. Эвол. Биохим. И физиол. 2006. Т. 42, №2. С. 110-115. 3. Эмирбеков Э.З., Кличханов Н.К., Эмирбекова А.А. Роль липидов в адаптивной перестройке 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору.</p> <p>Написание рефератов.</p>

	мембран при зимней спячке // Научная мысль Кавказа, 2004. Т. 39, №3. С. 166-173.	Работа с тестами и вопросами для самопроверки.
Модуль 2. Гипометаболические состояния гетеротермных животных		
Тема 5. Особенности физиологических изменений в организме гетеротермных животных при гипобиозе. Вопросы: 1. Дыхательная и сердечно-сосудистая функции при зимней спячке. 2. Перестройка гормональной системы при подготовке к зимней спячке и во время спячки	1. Buck C. L., Barnes B. M. Effects of ambient temperature on metabolic rate, respiratory quotient, and torpor in an arctic hibernator // Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol. 2000. 279. P. R255-R262. 2. Carey H. V., Andrews M. T., Martin S. L. Mammalian hibernation: cellular and molecular responses to depressed metabolism and low temperature // Physiol. Rev. 2003. V. 83. P. 1153-1181.	Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях. Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
Тема 7. Индукция свободно-радикальных процессов и антиоксидантная защита при гибернации. Вопросы: 1. Свободно-радикальные процессы в тканях при входе и выходе из спячки. 2. Перестройка антиоксидантной защиты тканей в динамике зимней спячки	1. Астаева М., Исмаилова Ж., Кличханов Н. Окислительная модификация белков плазмы крови сусликов. Влияние гибернации, гипотермии и самосогревания / Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saar-brucken, Germany, 2014. 113 с. / ISBN: 978-3-659-51050-2. 2. Астаева М.Д., Кличханов Н.К. Окислительная модификация белков и антиокислительная активность крови сусликов в ходе индуцированного пробуждения от зимней спячки // Изв. РАН. Сер. биол. 2009, №6. С. 662-668. 3. Астаева М.Д., Абдуллаев В.Р., Кличханов Н.К. Влияние гипотермии на интенсивность окислительной модификации белков плазмы крови сусликов // Проблемы криобиологии. 2009. Т.19, №3. С. 254-260. 4. Антонова Е.П., Илюха В.А., Сергина С.Н. Антиоксидантная защита у зимоспящих млекопитающих // Научный электронный журнал «Принципы экологии». – 2015. Т. 4, № 2(14).	Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.
Модуль 3. Искусственные гипометаболические состояния у млекопитающих		
Тема 9, 10. Индукция гипометаболических состояний у гомойтермов при гипо-	1. Тимофеев Н.Н., Прокофьева Л.П. Нейрохимия гипобиоза и пределы криорезистентности ор-	Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и

<p>термии. Проблемы и перспективы применения в медицине.</p> <p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Свободнорадикальные процессы в тканях при искусственной гипотермии гомойотермов. 2. Использование гипотермии в клинической практике 	<p>ганизма. М.: Медицина. 1997. 208 с.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Чернилевский В.Е. Проблемы гипобиоза и продления жизни // Сб. МОИП №41. Секция геронтологии. М., 2008. С. 105-123. 3. Эмирбеков Э.З., Кличханов Н.К. Свободнорадикальные процессы и состояние мембран при гипотермии. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного фед-го ун-та, 2011. 200 с. 4. Исмаилова Ж., Астаева М., Кличханов Н. «Окислительная модификация белков плазмы крови крыс. Влияние гипотермии и эффекты даларгина». Монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. 112 с. 	<p>научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
--	--	--

5.2. Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы

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.
6. Регуляция активности ферментов: 1) путем изменения количества ферментов, 2) изменения собственной каталитической активности ферментов
7. Адаптации на уровне микроокружения макромолекул.
8. Адаптации путем изменения метаболической активности.
9. Компенсаторная и эксплуативная адаптация.
10. Причины, приводящие к развитию гипоксии
11. Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы.
12. Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической активности и перехода на новые энергетические субстраты.
13. Энергетические ресурсы, позволяющие животным выжить в условиях острой и хронической гипоксии.
14. Аноксия. Адаптации к аноксии. Энергетические субстраты при аноксии
15. Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления
16. Ангидробиоз. Биологическое значение ангидробиоза.
17. Пути приспособления животных к обезвоживанию. Выключение активного метаболизма. Зимняя спячка и анабиоз.
18. Влияние температуры на скорости биохимических реакций, на равновесие реакций, влияние температуры на структуру биополимеров.
19. Эндотермия и регуляция температуры тела (преимущества и цена эндотермии, биохимические предпосылки для эндотермной регуляции, бурая жировая ткань, дрожательный и недрожательный термогенез).
20. Экотермия.
21. Пороги температурного стресса.

22. Изозимы и температурная акклимация.
23. Температурная адаптация и аллозимы.
24. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов. Адаптивные изменения белков, компенсирующие влияние температуры на катализ.
25. Молекулярные механизмы температурной компенсации.
26. Изозимы и температурная акклимация. Температурная адаптация и аллозимы. Компенсация температурных эффектов путем изменения концентрации ферментов.
27. Термостабильность белков.
28. Влияние температуры на липиды.
29. Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойотермных животных.

5.3. 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.
4. Роль гормонов в развитии стрессорных реакций.
5. Роль стресса в интенсификации свободно-радикальных процессов.
6. Физиологическая и биохимическая адаптация. Классификация адаптации.
7. Механизмы и стратегии биохимической адаптации.
8. Адаптации ферментов к метаболическим функциям.
9. Гипоксия и аноксия. Особенности функционирования организмов в условиях дефицита кислорода.
10. Механизмы приспособлений животных к дефициту кислорода
11. Механизмы приспособлений организмов в условиях низкого и высокого атмосферного давления.
12. Влияние температуры на скорости метаболических процессов.
13. Стратегии адаптации животных к температуре
14. Механизмы развития гипоксии, влияние гипоксии на метаболические и физиологические процессы.
15. Адаптации к гипоксии путем снижения метаболической активности и перехода на новые энергетические субстраты.
16. Энергетические ресурсы в условиях острой и хронической гипоксии.
17. Конечные продукты анаэробного окисления субстратов и пути их удаления
18. Изозимы и температурная акклимация.
19. Адаптации к температуре, связанные с изменением липидного спектра мембран пойкило- и гомойотермных животных

5.4. Примерный перечень вопросов к зачету 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. Аноксия и ангидробриоз пойкилотермных позвоночных.

8. Летняя спячка двоякодышащих рыб.
9. Снижение интенсивности метаболизма у глубоководных животных
10. Адаптивные изменения в ключевых метаболических путях при изменении кислородного режима, нырянии, недостатке пищи и воды, снижении температуры.
11. Пути утилизации лактата при аноксии и гипоксии.
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 мембраносвязанных 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, нырянии, недостатке пищи и воды, концентрации кислорода.
25. Физиологические изменения в организме гомойотермных животных при снижении температуры окружающей среды.
26. Гипотермические состояния гомойотермов.
27. Аноксия и гипоксия при нырянии у гомойотермных животных (моржи, тюлени), изменение интенсивности метаболизма при нырянии.
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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Астаева М., Исмаилова Ж., Кличханов Н. Окислительная модификация белков плазмы крови сусликов. Влияние гибернации, гипотермии и самосогревания / Монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saar-brucken, Germany, 2014. – 113 с.
2. Исмаилова Ж., Астаева М., Кличханов Н. «Окислительная модификация белков плазмы крови крыс. Влияние гипотермии и эффекты даларгина». Монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrucken, Germany, 2012. – 112 с.
3. Калабухов Н.И. Спячка млекопитающих. – М.: Наука. – 1985. – 264 с.
4. Кличханов Н.К., Мейланов И.С. Свободнорадикальные процессы в мозге и крови сусликов при зимней спячке и искусственной гипотермии: Монография. – Махачкала: Изд-во ДГУ, 2011. – 169 с.
5. Мейланов И.С., Кличханов Н. К., Халилов Р.А. и др. Исследование молекулярных механизмов гипотермических состояний млекопитающих. Учебное пособие. – Махачкала: Издательство ДГУ. – 2011.
6. Новиков К.Н. Свободно-радикальные процессы в биологических системах при воздействии факторов окружающей среды [Электронный ресурс]: монография / К.Н. Новиков. – Электрон. текстовые данные. – М.: Российский унив-т дружбы народов, 2011. – 200 с. – 978-5-209-03659-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11448.html>
7. Озернюк Н.Д. Температурные адаптации. – М.: МГУ, 2000. – 205 с.
8. Тимофеев Н.Н., Прокофьева Л.П. Нейрохимия гипобиоза и пределы криорезистентности организма. – М.: Медицина, 1997. – 208 с.
9. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. – М.: Мир, 1988. – 568 с.
10. Экологическая биохимия: краткий курс лекций / Л. Ф. Гуляева. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2007. – 131 с.
11. Эмирбеков Э.З. Свободнорадикальные процессы и состояние мембран при гипотермии [Электронный ресурс] / Э.З. Эмирбеков, Н.К. Кличханов. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. – 199 с. – 978-5-9275-0876-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47125.html>
12. Hochachka P., Somero G. Biochemical adaptation. – New York: Oxford University Press, 2002.

6.2. Дополнительная литература:

1. Антонова Е. П., Илюха В. А., Сергина С. Н. Антиоксидантная защита у зимоспящих млекопитающих // Научный электронный журнал «Принципы экологии». – 2015. – Т. 4, № 2(14). <http://ecopri.ru>
2. Астаева М. Д., Абдуллаев В. Р., Кличханов Н. К. Влияние гипотермии на интенсивность окислительной модификации белков плазмы крови сусликов // Проблемы криобиоло-

- гии. – 2009. – Т.19, №3. – С. 254-260.
3. Астаева М. Д., Кличханов Н. К. Окислительная модификация белков и антиокислительная активность крови сусликов в ходе индуцированного пробуждения от зимней спячки // Известия РАН. Сер. биол. – 2009, №6. – С. 662-668.
 4. Ерлыкина Е. И. Особенности мембранной регуляции ферментов мозга при адаптации к изменяющимся условиям жизнедеятельности организма / Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Н. Новгород, 2006. – 268 с.
 5. Иванов К. П. Эволюция легочного дыхания у высших позвоночных // Журн. эволюц. биохим. и физиол.. – 2012. – № 2. – С. 182-185.
 6. Колаева С. Г. Зимняя спячка // Вестник РАН. – 1993. –Т.63, №12. – С.1076-1081.
 7. Смирнов Л. П., Богдан В. В. Липиды в физиолого-биохимических адаптациях эктотермных организмов к абиотическим и биотическим факторам среды. – М.: Наука, 2007. – 182 с.
 8. Смирнов Л. П., Богдан В. В. Температурная преадаптация жирнокислотных составов липидов эктотермных организмов разной организации // Журн. эвол. биохим. и физиол. – 2006. – Т. 42, №2. – С. 110-115.
 9. Фокина Н. Н., Нефедова З. А., Немова Н. Н. Биохимические адаптации морских двустворчатых моллюсков к аноксии (обзор) // Труды Карельского научного центра РАН. – 2011. – № 3. – С. 121-130.
 10. Чернилевский В.Е. Проблемы гипобиоза и продления жизни // Сборник МОИП №41. Секция геронтологии. – М., 2008. – С. 105-123.
 11. Эмирбеков Э.З., Кличханов Н.К., Эмирбекова А.А. Роль липидов в адаптивной перестройке мембран при зимней спячке // Научная мысль Кавказа, 2004. – Т. 39, №3. – С. 166-173.
 12. Buck C. L., Barnes V. M. Effects of ambient temperature on metabolic rate, respiratory quotient, and torpor in an arctic hibernator // Am. J. Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. – 2000. –V. 279. – P. R255–R262.
 13. Carey H. V., Andrews M. T., Martin S. L. Mammalian hibernation: cellular and molecular responses to depressed metabolism and low temperature // Physiol. Rev. – 2003. – V. 83. – P. 1153-1181.
 14. Somero G. Аaptation of enzymes to temperature; searching for basic «strategies» // Comparative Biochemistry and Physiology. – 2004. Part B 139. – P. 321-333.
 15. Storey K. B., Storey J. M. Metabolic rate depression in animals: transcriptional and translational controls // Biol. Rev. Camb. Philos. Soc. – 2004. – V.19. – P. 207-233.
 16. 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.
 17. Van Breukelen F., Martin S. L. Reversible depression of transcription during hibernation//J. Comp. Physiol. B. – 2002. – V. 172. – P. 355-361.
 18. 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.
 19. 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. – P. 95-112.

6.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ЭБС «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>. Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен до конца 2019 г).

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 г).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003 (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017 г. Договор действует в течение 1 года с момента его подписания. доступ продлен до сентября 2019 г.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>.
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>.
8. 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).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>.
11. Электронные учебные пособия, изданные преподавателями биологического факультета ДГУ. <http://www.phys.msu.ru/rus/library>.
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 продлен до конца 2019 г.
13. SCOPUS: <https://www.scopus.com>. Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № Scopus/73 от 08 августа 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017 г. Доступ предоставлен до сентября 2019 г.
14. Web of Science: webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017 г.
15. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). – база данных зарубежных диссертаций. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.
16. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Кафедра биохимии и биофизики, обеспечивающая реализацию образовательной программы, располагает материально-технической базой и аудиторным фондом, обеспечивающим проведение лекций, лабораторных работ, семинаров и иных видов учебной и научно-исследовательской работы аспирантов, предусмотренных учебным планом и соответствующих действующим санитарно-техническим нормам.

На лекционных и 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, в том числе лаборатории по молекулярной биологии, а

также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).

Перечень необходимых технических средств обучения и способы их применения:

- 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.

8. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного 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, составляет не менее 16 часов.