

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра биологии, химии и методики обучения

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИОЛОГИЯ ЭНЕРГООБМЕНА И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ
элективная дисциплина

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре:

1.5.5. Физиология человека и животных

Красноярск 2025

Рабочая программа элективной дисциплины «Физиология энергообмена и терморегуляции» составлена кандидатом биологических наук, доцентом кафедры биологии, химии и методики обучения Е.И. Елсуковой

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биологии, химии и методики обучения
Протокол № 8 от «03» мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины актуализирована и утверждена на заседании выпускающей кафедры биологии, химии и методики обучения
Протокол № 9 от «07» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой



Антипова Е.М.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Место дисциплины в структуре ОП

Программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в РФ» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ; Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. №2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. №951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»; нормативно-правовыми документами, регламентирующими процесс подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в КГПУ им. В.П. Астафьева по программам аспирантуры.

Место дисциплины в учебном плане. Дисциплина «Физиология человека и животных» относится к элективной дисциплине учебного плана образовательной программы аспирантуры. Изучается в 1–2 семестре.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. (108 ч.). Включает контактную работу с преподавателем в форме занятий лекционного и практического типа 40 ч. / 1,11 з.е. На самостоятельную работу отводится 67,85 часов / 1,88 з.е.

3. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование современных теоретических знаний о механизмах превращений энергии и их регуляции, о механизмах терморегуляторного термогенеза и его роли в поддержании температурного гомеостаза высших животных и человека; совершенствование экспериментальных умений и навыков.

4. Планируемые результаты обучения

Изучение элективной дисциплины «Физиология энергообмена и терморегуляции» способствует развитию у аспирантов следующих образовательных результатов

Планируемые результаты обучения

Задачи освоения дисциплины	Планируемые образовательные результаты
Сформировать у аспирантов представления об основных научных проблемах и дискуссионных вопросах в современной физиологии и биохимии энергообмена и терморегуляции	<p><i>Знает:</i> основные направления, основные научные проблемы и дискуссионные вопросы в современной физиологии энергообмена и терморегуляции.</p> <p><i>Умеет:</i> критически анализировать, давать объективную оценку новым научным достижениям.</p> <p><i>Владеет:</i> методологией системного и междисциплинарного подходов к изучению механизмов превращений энергии, терморегуляторного термогенеза.</p>
Сформировать представления об использовании разных видов физиологических экспериментов, лабораторных моделей в физиологии энергообмена и терморегуляции.. Развивать умения планирования физиологического эксперимента	<p><i>Знает:</i> основные виды физиологического эксперимента (острый, хронический, <i>in vitro</i>, общепринятые требования этики проведения физиологического эксперимента.</p> <p><i>Умеет:</i> ставить задачи для проведения физиологического исследования и планировать его основные этапы в области физиологии энергообмена и терморегуляции.</p> <p><i>Владеет:</i> навыками работы с лабораторными животными, с краткосрочными клеточными культурами, владеть методами оценки функционального состояния физиологических систем человека и животных.</p>
Развивать знания о классических и современных методах оценки интенсивности энергообмена на уровне митохондрий, клеток, тканей, органов, организма в целом, о применении методов	<p><i>Знает:</i> методы оценки интенсивности энергообмена на уровне суспензий митохондрий, клеточных культур, тканей, органов, организма.</p> <p><i>Умеет:</i> работать с современным физиологическим оборудованием.</p>

биохимического анализа, методов молекулярной биологии при анализе механизмов энергетических превращений, развивать умения и навыки работы с современным оборудованием	<i>Владеет:</i> навыками лабораторных методов исследования с использованием различных экспериментальных моделей и современного оборудования.
---	---

5. Контроль результатов освоения дисциплины. В ходе изучения дисциплины используются такие методы текущего контроля успеваемости как научный доклад, защита лабораторных работ, контрольная работа. Промежуточная аттестация – зачет.

6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины, в том числе и дистанционные.

1. Современное традиционное обучение (лекционно-семинарско-зачетная система):

в процессе обучения дисциплины будут использоваться разнообразные виды деятельности аспирантов, организационные формы и методы обучения: практические занятия, самостоятельная работа аспирантов, модульная технология, индивидуальная, фронтальная, групповая формы организации учебной деятельности аспирантов, их сочетание и др.

2. Педагогические технологии на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся (активные методы обучения):

- проблемное обучение;
- интерактивные технологии (дискуссия, дебаты, проблемный семинар, тренинговые технологии);
- технология интенсификации обучения на основе схемных и знаковых моделей учебного материала.

1. Организационно-методические документы
1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

(общая трудоемкость 3 з.е.)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Контактные	Лекции	Лабораторные	Практические занятия	Самостоятельная работа
Раздел 1. Энергетический обмен	48	18	6		12	30
<i>Тема 1. Термодинамические основы метаболизма. Общая схема энергообмена животной клетки. Представления об энергетических валютах клетки</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 2. Современные представления о структурной организации механизмах электронного транспорта и хемиосмотического сопряжения в ЭТЦ. Виды работ за счет энергии дельта-мюН⁺.</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 3. Современные проблемы молекулярно-клеточной биоэнергетики. Динамика митохондрий в клетке: механизмы, регуляция. Токсичность кислорода и антиоксидантные системы митохондрий и клетки.</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 4. Современные проблемы. Молекулярные механизмы тахиметаболизма млекопитающих и птиц.</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 5. Энергетический обмен на уровне тканей, органов, организма в целом.</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 6. Современные проблемы энергетики организма. Энергодепонирование в жировых тканях и его регуляция. Метаболический синдром.</i>	8	3	1		2	5
Раздел 2. Терморегуляция	59,85	22	8		14	37,85
<i>Тема 7. Теплообмен, температурный гомеостаз. Общая организация функциональной системы терморегуляции у высших животных</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 8. Факультативный терморегуляторный термогенез как разобщение между процессами производства энергии и</i>	8	3	1		2	5

<i>разными видами клеточных работ. Механизмы сократительного и несократительного термогенеза. Эфффекторы.</i>						
<i>Тема 9. Разобцающий белок UCP1. Строеение, локализация, механизм функционирования.</i>	8	3	1		2	5
<i>Тема 10. Бурая жировая ткань (БЖТ) млекопитающих. Анатомия, гистология, основные метаболические пути. Слагаемые функционального резерва теплообразования. Бежевая жировая ткань</i>	8	3	2		2	5
<i>Тема 11. Нервная и нейроэндокринная регуляция термогенеза в бурой жировой ткани. Гормоны, сигнальные пути</i>	8	3	1		1	5
<i>Тема 12. Фило- и онтогенез термогенных жировых тканей. Термогенные жировые ткани при адаптации к средовым факторам.</i>	19,85	7	2		5	12.85
Промежуточная аттестация – зачет	0,15	0,15				
ИТОГО	108	40,15	14		26	67,85

1.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Энергетический обмен

Тема 1. Термодинамические основы метаболизма. Общая схема энергообмена животной клетки. Представления об энергетических валютах клетки

Расчет изменений свободной энергии дельта G° и стандартной свободной энергии дельта G° химической реакции для оценки ее самопроизвольного протекания. Расчеты изменения дельта G° и дельта G окислительно-восстановительной реакции. АТФ-АДФ цикл и перенос энергии от путей биологического окисления к энергопотребляющим процессам. Этапы и основные метаболические пути катаболизма моносахаридов, жирных кислот, аминокислот. Цикл трикарбоновых кислот как общий путь окисления двууглеродных остатков. Субстратное и окислительное фосфорилирование. Использование энергии АТФ в биосинтезах, для активного транспорта ионов через мембраны, для совершения механической работы. Энергетические валюты животной клетки: электрохимические потенциалы H^{+} и Na^{+} , макроэрги. Вторично активный транспорт аминокислот, глюкозы в клетку за счет энергии электрохимического градиента ионов Na^{+} .

Тема 2. Современные представления о структурной организации механизмах электронного транспорта и хемиосмотического сопряжения в ЭТЦ. Виды работ за счет энергии дельта-мю H^{+}

Идентификация компонентного состава и последовательности переносчиков ЭТЦ в работах Кейлина, Болла. Доказательства локализации ЭТЦ во внутренней мембране митохондрий в работах лаборатории Ленинджера. Поиски механизмов сопряжения окисления и фосфорилирования в ЭТЦ. Хемиосмотическая теория Митчелла, ее экспериментальные доказательства в работах В. Скулачева и Э. Рэкера.

Методы изучения переноса электронов в ЭТЦ. Выделение, состав и структурные особенности дыхательных комплексов. Участие убихинона и цитохромов в переносе электронов. Функциональные комбинации дыхательных комплексов – респирасомы в переносе электронов. Возникновение электрохимического потенциала протонов водорода на внутренней мембране. Строение и механизм работы АТФ-синтетазы. Дыхательный контроль. Коэффициент P/O. Разобщение окислительного фосфорилирования и дыхания. Определение скорости потребления кислорода выделенными митохондриями для оценки энергетических процессов в них.

Тема 3. Современные проблемы биоэнергетики. Динамика митохондрий в клетке: механизмы, регуляция. Токсичность кислорода и антиоксидантные системы митохондрий и клетки

Содержание митохондрий и их окислительная активность при старении. Механизмы репликации митохондрий, роль митохондриального и ядерного геномов. Белковые комплексы: TOM, TIM, PAM и SAM в транспорте и фолдинге митохондриальных белков. Функциональная активность митохондрий при их слиянии, роль дробления митохондрий в клетке. Митофузины в слиянии наружных мембран, белок OPA и кардиолипины в слиянии внутренних мембран. Значение, виды и механизмы митофагии. Координация митохондриального биогенеза и митофагии. PGC1альфа и его сигнальные пути (AMPK, p38MAPK, NO и cGMP) в регуляции митохондриогенеза. Nrf2/ARE сигнальный каскад. Роль PGC1альфа и Nrf2 при старении и нейродегенеративных заболеваниях.

Продукция свободных радикалов кислорода (ROS) дыхательными комплексами ЭТЦ. Локализация, механизмы. Антиоксидантные системы: Mn-SOD, каталаза, тиоредоксинпероксидаза, глутатионредуктаза. Физиологическая роль митохондриальных ROS. Роль митохондрий в апоптозе.

Тема 4. Современные проблемы биоэнергетики. Молекулярные механизмы тахиметаболизма млекопитающих и птиц

Энергетическая эффективность Na^+/K^+ -АТФазы у эктотермов и у эндотермов. Субстратные циклы: фосфофруктокиназа – фруктозо-1,6-фосфатаза; липолиз-липогенез. Энергетическая эффективность ЭТЦ и утечка H^+ (разобщающие белки, АТФ/АДФ-транслоказа).

Тема 5. Энергетический обмен на уровне тканей, органов, организма в целом

Коэффициент полезного действия биологической работы. Методы измерения интенсивности энергообмена: прямая и непрямая калориметрия. Расчеты интенсивности энергообмена по показателям газообмена. Параметры обменных процессов клеток уровень поддержания целостности, уровень готовности, уровень активности. Параметры обменных процессов в целом организме: основной обмен, обмен покоя, рабочая прибавка, специфически динамическое действие пищи. Влияние пола, возраста, размеров тела на интенсивность основного обмена. Должный основной обмен. Причины индивидуальной variability показателя основного обмена.

Тема 6. Современные проблемы энергетики организма. Энергодепонирование в жировых тканях и его регуляция. Метаболический синдром

Распространение белой жировой ткани в разных таксономических группах животных. Метаболические пути белого адипоцита. Гормональная

регуляция липолиза и липогенеза: инсулин, глюкагон, катехоламины, кортикостероиды. Функциональное состояние жировой ткани и процессы размножения, иммунный статус организма. Адипокины: адипонектин, лептин, фактор некроза опухоли. Возможные причины развития резистентности к лептину. Нарушение баланса липолиза и липогенеза при избытке нутриентов. Гипертрофия и гибель адипоцитов, Хронический воспалительный процесс в жировых тканях, развитие резистентности к инсулину.

Раздел 2. Терморегуляция

Тема 7. Теплообмен, температурный гомеостаз. Общая организация функциональной системы терморегуляции у высших животных

Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Тепловой баланс. Температура тела, локальные температурные градиенты. Температурный гомеостаз у гомойотермов. Механизмы поддержания температурного гомеостаза. Регуляция теплоотдачи: терморегуляторные сосудистые реакции, потоотделение. Факультативный термогенез. Терморцепция. Интегративные процессы и структуры ЦНС, ответственные за терморегуляцию.

Тема 8. Эволюция механизмов факультативного термогенеза

Футильные циклы и механизмы терморегуляторной теплопродукции. Футильные циклы на основе разобщения гидролиза АТФ и биологической работы: Ca^{2+} футильный цикл в нагревательном органе тунцовых рыб; несократительный сарколипин-зависимый мышечный термогенез; сократительный термогенез. Разобщение окислительного фосфорилирования и синтеза АТФ в гипоталамусе карповых рыб и арктических сусликов, в бурой жировой ткани млекопитающих с помощью белка UCP1.

Тема 9. Разобщающий белок UCP1. Структурно-функциональная характеристика, регуляция H^+ транспорта, регуляция экспрессии гена

История открытия и изучения белка UCP1. Пространственная структура, молекулярные модели транслокации протонов H^+ . Регуляция транспорта H^+ пуриновыми нуклеотидами, СВЖК. Методы оценки экспрессии мРНК и белка UCP1 в препаратах жировых тканей; Количественная оценка функционально активного UCP1 по связыванию ГДФ. Тест-системы и методы для определения протон-транслоцирующей активности по валиномицин-индуцированному транспорту H^+ , по закислению раствора, по интенсивности светорассеяния взвесью митохондрий при их набухании в присутствии Cl^- , по интенсивности флуоресценции красителей, чувствительных к величине заряда.

Регуляция экспрессии гена UCP1. Основные изученные факторы транскрипции: цАМФ-зависимый элемент в промоторе гена C/EBP альфа и бета; триодтиронин, рецепторы пероксисомных пролифераторов PPAR

альфа и гамма, рецепторы ретиноевой кислоты бета и ретинидного рецептора X-альфа.

Тема 10. Буряя и бежевая жировые ткани млекопитающих. Функциональные резервы теплообразования

Анатомия, гистология, белковые маркеры, основные метаболические пути бурой и бежевой жировых тканей. Термогенный потенциал бурого жира и подкожной бежевой жировой ткани. Происхождение, дифференцировка бурых адипоцитов в эмбриогенезе. Клетки-предшественники бежевых адипоцитов, результаты экспериментов с трассировкой бежевой клеточной линии. Холод-индуцированная индукция потемнения- «browning» в жировых депо. BMP7, катехоламины через β 3-адреноцепторы, FGF21, сердечные пептиды (ANP/BNP), иризин в качестве стимуляторов рекрутирования бурых и бежевых адипоцитов.

Тема 11. Нервная и нейроэндокринная регуляция термогенеза в бурой жировой ткани. Гормоны, сигнальные пути

Влияние стимуляции вентромедиальных, паравентрикулярных, латеральных и супрахиазматических ядер гипоталамуса на симпатическую активность и термогенез в БЖТ. Норадреналин – главный сигнал для активации теплообразования. Эффекты тиреоидных гормонов на адаптивные изменения протеома и метаболических путей в бурой бежевой жировых тканях. Влияние кортикостероидов и половых стероидов на термогенный потенциал бурой и бежевой жировых тканей

Тема 12. Фило- и онтогенез термогенных жировых тканей. Термогенные жировые ткани при адаптации к средовым факторам.

Современные факты о распространении UCP1-позитивных адипоцитов у представителей сумчатых и плацентарных млекопитающих. Сроки закладки в раннем пренатальном онтогенезе бурой жировой ткани у лабораторных грызунов и человека. Постнатальная динамика распределения и термогенных свойств бурой и бежевой жировых тканей у лабораторных грызунов и человека. Термогенез и термогенный потенциал бурой и бежевой жировых тканей при срочной и долговременной адаптации к разным температурным и пищевым режимам.

1.3. Методические рекомендации аспирантам по освоению данной дисциплины

Рекомендации по выполнению заданий

Подготовка к лабораторным работам

Описания лабораторных работ представлены во второй части учебного пособия Елсукова Е.И. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по физиологии человека и животных. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева. 2015. 146 с. URL: <http://elib.kspu.ru/document/16345>

Кроме того, желательно, чтобы аспирант внимательно ознакомился с инструкциями к приборам, с которыми ему потребуется работать. Лабораторная работа проводится на базе лаборатории биохимии и физиологии энергообмена. Перед работой аспирант должен получить допуск у преподавателя, в ходе которого проверяется понимание аспирантом принципа и техники работы с установками и аппаратурой, с лабораторными животными, техники безопасности. Таким образом, подготовка к лабораторной работе, как правило, занимает не менее одного-двух дней и включает время на знакомство с научной аппаратурой, знакомство с лабораторными животными – хендлинг. Физиологический эксперимент проводится на живом объекте, задержки, связанные с недостаточно усвоенными манипуляциями, расчетами могут стать причиной преждевременной гибели краткосочной клеточной культуры, ткани, экспериментального животного. В работах используется достаточно сложное оборудование, рекомендуется перед началом работы выучить все необходимые манипуляции с ним, положение кнопок управления на пульте прибора. К началу работы должны быть приготовлены все требуемые растворы, буферы. Непосредственно перед работой желательно написать последовательность всех манипуляций с биообъектом, с экспериментальными установками, особо отметив в плане манипуляции, вызывающие трудности. Перед работой тщательно подготовить рабочее место, продумав и максимально рационально расположив на нем требуемые растворы, пипетки, аппаратуру и др. весь ход работы, все выполняемые манипуляции тщательно протоколируются, т.е. записи в протоколе выполняются непосредственно по ходу работы, либо сразу после работы. Протокол выполняется в специальной рабочей тетради, страницы которой должны быть пронумерованы. При описании той или иной работы обязательно указывается дата, а при выполнении манипуляций, процедур с животными указывается и время. В протокол обязательно вносятся масса или другие критерии, по которым животные были разделены на группы, промежуточные и окончательные замеры показателей у животных, в экспериментах *in vitro*, расчеты навесок при взвешивании растворов, калибровки. Фиксируются в протоколе и возникающие сомнения в правильности выполнения процедуры, неисправности в работе прибора и другое, что может впоследствии объяснить неожиданный итоговый

результат. Кроме протокола по полученным результатам лабораторной работы готовится отчет.

Требования к отчету

Структура отчета включает краткое введение с постановкой цели и задач, разделы: объект и методы исследования, результаты, выводы, список литературы. В разделе «Объект и методы исследования указывается линия, пол, возраст исследуемых животных, продолжительность эксперимента, характер экспериментального воздействия, кратко описываются методы. В описании метода необходимо указать принцип метода, использованный прибор или установку, реактивы и растворы, дать ссылку на литературный источник, где этот метод описан, обязательно указать используемые статистические методы анализа. В разделе «Результаты» представлен не только иллюстративный материал, но и краткое описание обнаруженных различий, тенденций, динамики изучаемых показателей, корреляционных связей между ними. Выводы должны соответствовать поставленным задачам. Допускается небольшой список литературы – не более 5-ти источников.

Отчет предоставляется в печатном виде на листах формата А4 в 1 экземпляре с соблюдением установленного формата. Текст набирается шрифтом Times New Roman 12 через 1,5 интервала, абзацный отступ 1,25 знаков, выравнивание по ширине страницы. Страница должна иметь следующие поля: левое – 25 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Страницы работы нумеруются посередине верхнего поля (начиная с титульного листа, на титульном листе номер не ставится). Отчет зачитывается студентам после его обсуждения с преподавателем.

Каждая лабораторная работа должна быть защищена преподавателю. Время на защиту выделяется на практических занятиях курса. Защита включает вопросы, методического характера, а также вопросы на знание теоретического материала к работе, обсуждение полученных в работе результатов.

Подготовка доклада к семинару

В ходе курса предусматривается подготовка не менее двух научных докладов. Примерные темы предлагаются преподавателем. Аспирант имеет право предложить и обсудить собственную тему ближе к тематике его диссертационной работы однако ее окончательное утверждение остается за преподавателем. В докладе должна быть представлена научная проблема - история ее появления, имеющиеся гипотезы, концепции, основные развивающиеся в настоящее время направления научного поиска для ее решения, заключение. В заключении желательно собственное мнение аспиранта о перспективах развития научного поиска. Литература для подготовки доклада должна быть представлена не учебными изданиями, а монографиями и научными статьями. Для его подготовки необходима работа в современных международных базах научной периодики, поисковых

системах. Ниже перечислены IP современных международных поисковых систем и баз данных. адреса.

1. Google Academia <https://scholar.google.ru>
2. BOOKS <http://ibooks.ru/>:
3. World Scientific <http://www.worldscientific.com/>
4. Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>
5. Oxford University Press (Oxford Journals) <http://www.oxfordjournals.org/>
6. ISI: Web of Science <http://isiknowledge.com/>
7. Elsevier (журналы открытого доступа) <http://sciencedirect.com/>
8. Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU) <http://elibrary.ru>

Успешно подготовленный, вызвавший большой интерес аудитории научный доклад может быть рекомендован преподавателем к представлению на ежегодных научных конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых, таких как «БиоЭко» (КГПУ им. В.П. Астафьева, Красноярск), МНСК «Студент и научно-технический прогресс» (НГУ, Новосибирск) и др.

2. Компоненты мониторинга образовательных результатов аспирантов

Таблица

Оценочные средства и перечень проверяемых с их помощью образовательных результатов

Образовательные результаты	Оценочные средства
Способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Доклад на семинаре Контрольная работа
Способен самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Лабораторные работы
Готов исследовать молекулярно-клеточные механизмы функционирования регуляторных и висцеральных систем, динамику их функциональных резервов в онтогенезе и при адаптации к средовым факторам, владея базовыми знаниями и современными физиологическими, биохимическими, молекулярно-биологическими методами	Доклад на семинаре Контрольные работы Лабораторные работы

2.1. Фонд оценочных средств по дисциплине

Фонд оценочных средств включает: контрольные работы, лабораторные работы, доклады на семинаре.

2.1.1. Оценочное средство – контрольные работы.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Полнота ответа.
2. Опора на теоретические знания.
3. Иллюстрация ответа примерами.

2.1.2. Оценочное средство – лабораторные работы.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Представлен протокол проведения лабораторной работы в соответствии с требованиями.
2. Опирается на изученный теоретический материал, применяет знания из смежных дисциплин при объяснении целей, задач, полученных результатов.
3. Отвечает на дополнительные вопросы.

2.1.3. Оценочное средство – доклад на семинаре.

Критерии оценивания по оценочному средству:

1. Раскрытие проблемы на теоретическом уровне с корректным использованием научных терминов и понятий.

2. Отражены различные взгляды, подходы к обсуждаемой проблеме с анализом общего и специфичного, дает полный сравнительный анализ.

2.2. Контрольно-измерительные материалы

2.2.1. Примерные задания к контрольным работам

Раздел 1

1. Запишите суммарные уравнения первой и второй стадий гликолиза. Изменения стандартной свободной энергии для первого уравнения $+0,56$ ккал/моль, для второго уравнения -15 ккал/моль. Запишите суммарное уравнение превращения глюкозы в лактат, рассчитайте изменение стандартной свободной энергии всего гликолиза. Рассчитайте изменение свободной энергии в ходе гликолиза при концентрациях реагирующих веществ: глюкоза – 5 мМ, лактат – $0,05$ мМ, АТФ – 2 мМ, АДФ – $0,2$ мМ, Фн – 1 мМ.

2. При одной из наследственных форм миастении в скелетных мышцах наблюдается низкая активность ферментов синтеза карнитина. Как это отразится на скорости потребления кислорода суспензией митохондрий мышцы при использовании в качестве субстрата окисления пальмитата.

3. Запишите суммарное уравнение переноса электронов от НАДН на O_2 . Стандартные восстановительные потенциалы для пар НАДН/НАД⁺ и $\frac{1}{2} O_2/H_2O$ равны $-0,32$ и $+0,82$ соответственно. 1) Вычислите величину $\Delta E_0'$ этой суммарной реакции; 2) вычислите изменение стандартной свободной энергии для этой реакции; 3) сколько молекул АТФ можно теоретически синтезировать за счет этой реакции, если $\Delta G^0'$ синтеза АТФ равна $+7,3$ ккал/моль.

4. Добавление антибиотика антимицина А в суспензию митохондрий сопровождается резким угнетением поглощения кислорода. Спектральный анализ показал, что переносчики электронов между НАДН и цитохромом b перешли в восстановленное состояние, а переносчики между цитохромом с и кислородом в окисленное состояние. Какой дыхательный комплекс ингибируется антимицином А? Как это отразится на синтезе АТФ? Почему добавление аскорбиновой кислоты восстанавливает дыхание и синтез АТФ митохондриями?

5. В суспензию митохондрий добавили 2 ммоль пирувата и 2 ммоль АДФ. Скорость окисления пирувата измеряли по поглощению кислорода. Через некоторое время реакция прекратилась. Объясните – почему. Сколько ммоль пирувата недоокислилось?

6. Методом Дугласа-Холдена определено, что испытуемый за 5 мин выдохнул 35 л воздуха. Его газовый состав: 16,0% кислорода и 4,38% CO₂. Состав вдыхаемого воздуха – 21% O₂ и 0,03 CO₂. Определите суточные траты энергии.

Раздел 2

1. Изобразите принципиальную блок-схему сарколипин-зависимого термогенеза в мышечной ткани

2. В пустые ячейки на рис. 1 вставьте необходимые сигнальные молекулы: гормоны, рецепторы, вторичные мессенджеры, факторы транскрипции. Запишите заголовок к рисунку и необходимые комментарии.

3. Предложите заголовок и дайте необходимые комментарии к рис. 2

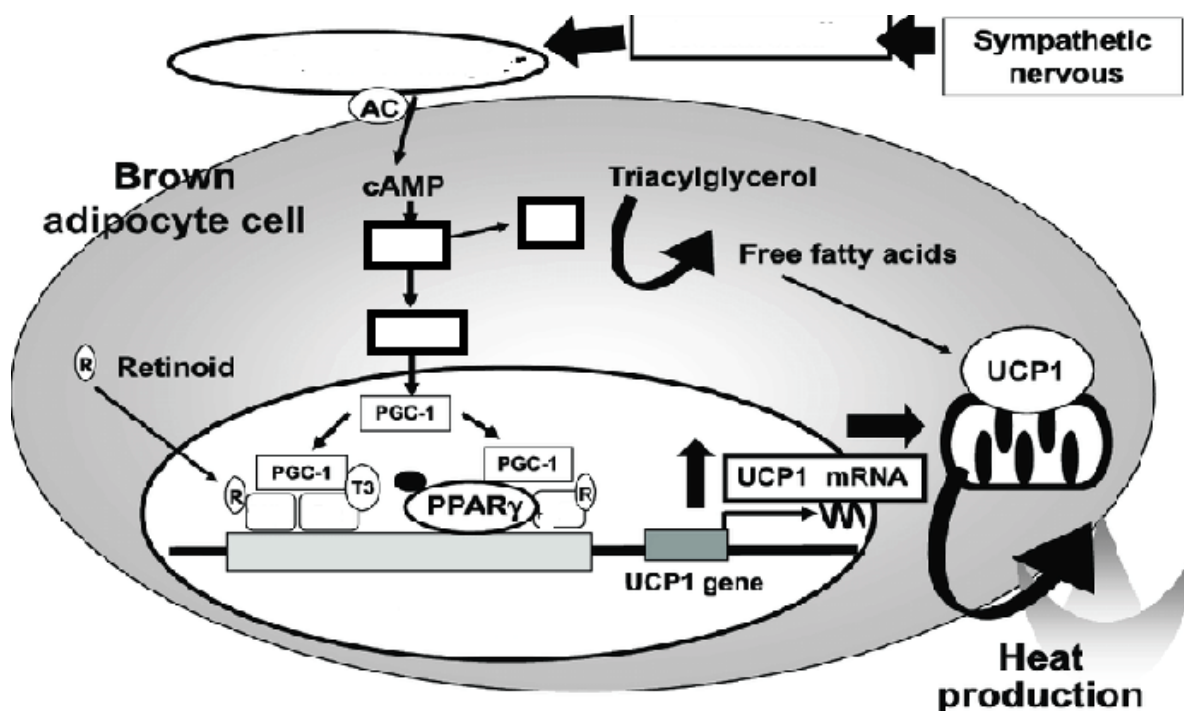


Рис 1

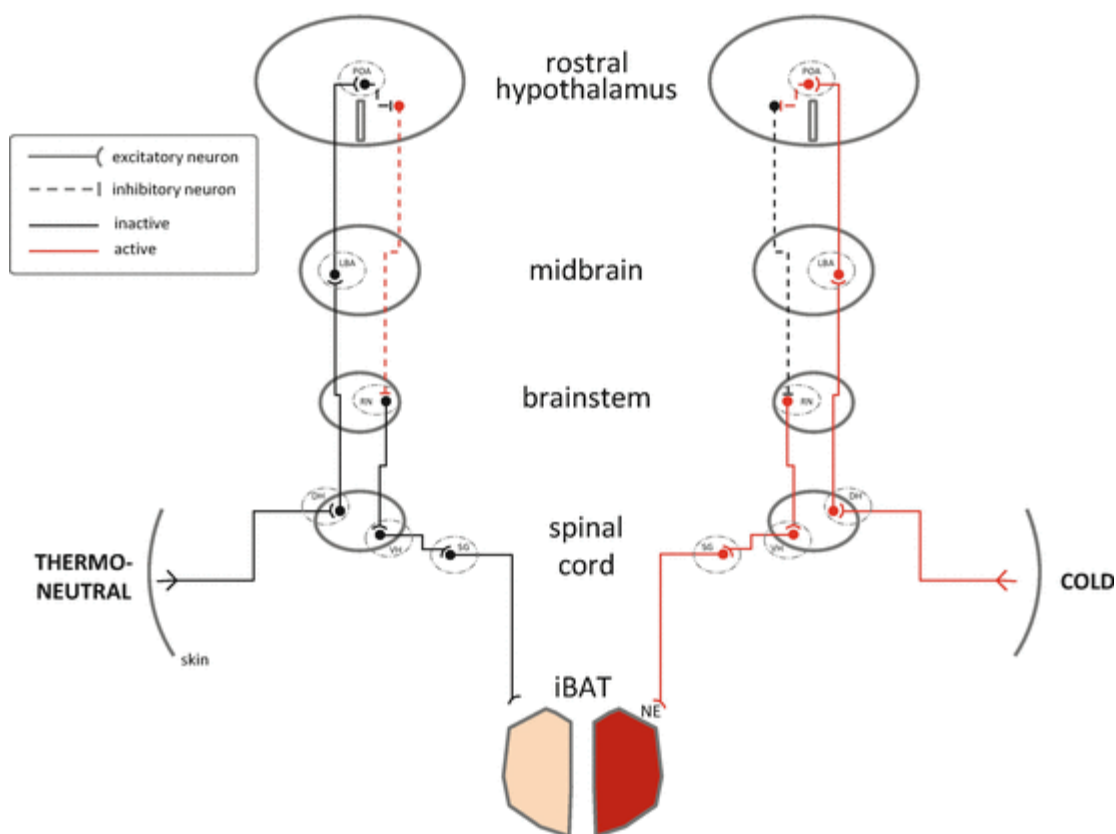


Рис.2

2.2.2. Задания к лабораторным работам

Раздел 1

Лабораторная работа 1. Выделение митохондрий из свежей и замороженной тканей, оценка выхода митохондрий по митохондриальному белку

1. Принцип метода дифференциального центрифугирования.
2. Для чего в используемые растворы добавляют соли ЭДТА, бычий сывороточный альбумин.
3. Приведите примеры использования выделенных митохондрий для решения тех или иных исследовательских задач.
4. Какие компоненты ЭТЦ определяют для оценки окислительного потенциала митохондрий?

Раздел 2

Лабораторная работа 2. Идентификация разобщающего белка UCP1 с помощью вестерн-блоттинга

1. Локализация, структура и функция разобщающего белка UCP1.
2. Молекулярный механизм разобщающего действия и его регуляция пуриновыми нуклеотидами. Роль длинноцепочечных жирных кислот в функционировании UCP1.
3. Регуляция экспрессии UCP1 на уровне мРНК и белка.

4. Основные сигнальные пути, через которые осуществляется регуляция экспрессии гена UCP1 в буром и в бежевом адипоците.

Лабораторная работа 3. Влияние норадреналина на скорость потребления O₂ эксплантами бурой и белой жировых тканей лабораторных животных

1. Принцип метода, устройство полярографического датчика, узловые элементы установки.

2. Расчеты показателя скорости потребления кислорода по первичным данным.

3. Изменение скорости дыхания бурой и бежевой жировых тканей при добавлении норадреналина.

4. Влияние температурного и пищевого режима содержания животного на энергообмен жировых тканей.

2.2.3. Примерные темы для подготовки докладов

Раздел 1

1. Содержание митохондрий и их окислительная активность при старении.
2. Роль митохондриального и ядерного геномов в механизмах репликации митохондрий. Механизмы транспорта и фолдинга митохондриальных белков.
3. Значение и клеточная динамика слияния и дробления митохондрий. Механизмы слияния наружной и внутренней мембран.
4. Митофагия. PGC1альфа и его сигнальные пути (AMPK, p38MAPK, NO и cGMP) в координации и регуляции митохондриогенеза и митофагии.
5. Nrf2/ARE сигнальный каскад.
6. Роль PGC1альфа и Nrf2 при старении и нейродегенеративных заболеваниях.
7. Продукция свободных радикалов кислорода (ROS) дыхательными комплексами ЭТЦ.
8. Основные антиоксидантные системы митохондрий: Mn-SOD, каталаза, тиоредоксинпероксидаза, глутатионредуктаза.
9. Митохондрии и апоптоз.
10. Современные сведения о мощности и энергетической эффективности Na⁺/K⁺-АТФазы у эктотермов и у эндотермов.
11. Субстратные циклы: фосфофруктокиназа – фруктозо-1,6-фосфатаза; липолиз-липогенез. Их вклад в энергетический обмен.
12. Энергетическая эффективность ЭТЦ и утечка H⁺.
13. Современная классификация разобщающих белков. Гипотетическая роль в диссипации энергии у эндотермов.
14. АТФ/АДФ-транслоказа – возможный вклад в диссипацию энергии у эндотермов.
15. Распространение белой жировой ткани в разных таксономических группах животных.

16. Гормональная регуляция липолиза и липогенеза.
17. Функциональное состояние жировой ткани и процессы размножения, иммунный статус организма.
18. Адипокины: адипонектин, лептин, фактор некроза опухоли.
19. Развитие резистентности к лептину. Влияние эндогенных и экзогенных факторов.
20. Избыток нутриентов, механизмы стресса ЭПР.
21. Механизмы развития гипертрофии и гибели адипоцитов.
22. Патогенез хронического воспалительного процесса в жировых тканях, развитие резистентности к инсулину.

Раздел 2

23. Механизмы терморцепции. Нобелевская премия по физиологии и медицине 2021 г.
24. Разобщающие белки птиц.
25. Ортологи белка UCP1
26. Современные методы оценки протон-транслоцирующей активности белка UCP1.
27. Современные молекулярные модели функционирования белка UCP1.
28. Современные представления о диет-индуцированном термогенезе и его регуляции.
29. Развитие представлений о природе и функциях бежевой жировой ткани.
30. Сравнительная морфология, биохимия и физиология бежевого адипоцита.
31. Индукция и механизмы бежевого адипогенеза.

Зачет выставляется на основе выполненных заданий

2.3. Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2025/2026 учебный год

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами.

2. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева).

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика – кафедры биологии, химии и методики обучения «07» мая 2025 г., протокол № 9

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой



Е.М. Антипова

3. Учебные ресурсы

3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины (включая электронные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Место хранения / Электронный адрес	Количество экземпляров / точек доступа
1	2	3	4
Основная литература			
1	Медведев Л.Н., Елсукова Е.И. Бурая жировая ткань. Молекулярно-клеточные механизмы регулируемого термогенеза. Красноярск: Изд-во «Амальгама», 2002. 528 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	4
2	Елсукова Е.И. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по физиологии человека и животных. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева. 2015. 146 с. URL: http://elib.kspu.ru/document/16345	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
3	Елсукова Е.И., Якуненков А.В. Введение в физиологический эксперимент. Основы планирования эксперимента и статистического анализа данных в физиологии. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева. 2021. 112 с. URL: https://elib.kspu.ru/document/64941	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
Дополнительная литература			
4	Плакунов В.К., Николаев Ю.А. Основы динамической биохимии: учебное пособие. М.: Логос, 2010. 216 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84985	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
5	Практические занятия по курсу «Физиология человека и животных»: пособие / под общ. ред. Р.И. Айзман; ред. И.А. Дюкарева. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. 120 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57201	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Индивидуальный неограниченный доступ
6	Караулова, Л.К., Красноперова Н.А., Расулов М.М. Физиология: учебное пособие. М.: Академия, 2009. 384 с.	Научная библиотека КГПУ им.В.П.Астафьева	25
7	Чмиль И.Б., Медведев Л.Н., Елсукова Е.И. Экология человека (электронное учебное пособие) – Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2014 https://elib.kspu.ru/document/13765	ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева	Индивидуальный неограниченный доступ
Ресурсы сети Интернет			
8	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru/	Свободный доступ

1	2	3	4
Профессиональные Базы данных и информационно-справочные системы			
9	Elibrary.ru: электронная библиотечная система: сайт / Рос. информ. портал. – Москва, 2000. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.	https://elibrary.ru	Свободный доступ
10	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	https://biblioclub.ru/	Индивидуальный неограниченный доступ
11	Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ»	e.lanbook.com	Индивидуальный неограниченный доступ
12	Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru	Индивидуальный неограниченный доступ
13	ИС Антиплагиат: система обнаружения заимствований	https://krasspu.antiplagiat.ru	Индивидуальный неограниченный доступ

Согласовано:

заместитель директора библиотеки _____



(подпись)

/ Шулипина С.В.

(Фамилия И.О.)

3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, программное обеспечение)
для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости	
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, 5-36	Учебная доска – 1 шт., интерактивная доска с проектором+системный блок – 1 шт., учебные материалы по анатомии человека, электрокардиограф – 1 шт., пневмотахометр – 1 шт., аудиометр – 1 шт., фотоэлектроколориметр – 1 шт., спирометр – 1 шт., тонометр – 1 шт., весы электронные – 1 шт., информационные таблицы по зоологии, ботанике, анатомии и физиологии
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, 89, 4-02	Проектор – 1 шт., экран – 1 шт., учебная доска – 1 шт., компьютер с выходом в интернет – 1 шт., звуковая-акустическая система – 2 шт., информационные стенды по истории кафедры ботаники
для самостоятельной работы	
Зал для научной работы, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89, ауд. 1-03	Компьютер – 3 шт., МФУ – 3 шт., рабочее место для лиц с ОВЗ (для слепых и слабовидящих)
Центр самостоятельной работы г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д.89, ауд. 1-05	Компьютер – 15 шт., МФУ – 5 шт.

Материально-техническое обеспечение для аспирантов из числа инвалидов лиц с ограниченными возможностями здоровья

Согласно Положения об организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в КГПУ им. В.П. Астафьева при обучении инвалидов и лиц с ОВЗ при необходимости могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии с возможностью приема-передачи информации в доступных для них формах.

Создание безбарьерной среды в КГПУ им. В.П. Астафьева учитывает потребности лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Оборудованы специальные рабочие места для обучающихся колясочников, что предполагает увеличение размера зоны на одно место с учетом подъезда и разворота кресла-коляски, увеличения ширины прохода между рядами столов, имеются три мобильных подъемных платформы с электроприводом «БарсУГП-130-1». При необходимости платформы могут быть перевезены и использованы в любом учебном корпусе и (или) общежитии. В университете имеются специальные места для парковки автотранспортных средств для инвалидов и (или) сопровождающих их лиц возле всех учебных корпусов. Ширина коридоров учебных корпусов соответствует нормативным требованиям для передвижения инвалидов-колясочников.

Все учебные корпуса оборудованы предупреждающими знаками-наклейками для слабовидящих «Осторожно! Препятствие. Стеклодверь», кроме того вход в учебный корпус на ул. Ады Лебедевой, д. 89 оборудован тактильной плиткой для слепых. Контрастные круги на дверях и контрастные полосы на ступенях позволяют слабовидящим людям получать информацию о наличии препятствия во всех учебных корпусах.

Официальный сайт университета имеет версию для слабовидящих. ЭБС «Университетская библиотека», а также ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева также имеют версию для слабовидящих.

Для обучающихся с нарушением зрения могут применяться переносные лупы Руби, настольные лупы с подсветкой, имеющиеся в университете. В Университете имеется специальное программное обеспечение, позволяющее увеличивать шрифт на компьютере, воспроизводить текстовые документы.

В научной библиотеке оборудовано автоматизированное рабочее место, оснащенное специальным техническим оборудованием для пользователей, имеющих ограничения по зрению, в том числе для слепых: имеется тактильный дисплей Брайля (функциональное устройство, позволяющее показывать слепым и слабовидящим людям различную текстовую информацию в виде шрифта Брайля), читающая машина ZOOMAX, электронный ручной видеувеличитель, индукционная система для слабослышащих посетителей библиотеки, принтер для печати шрифтом Брайля. При необходимости данное оборудование может быть перевезено и использовано в любом учебном корпусе.

Для обучающихся с нарушением слуха имеются две FM-системы индивидуального пользования и стационарные наушники. При необходимости данное оборудование может быть перевезено и использовано в любом учебном корпусе

Для информационно-библиотечного обеспечения обучающихся с ОВЗ и инвалидностью научной библиотекой предоставляется удаленный доступ к ресурсам:

- ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <http://elib.kspu.ru/>;
- «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>;
- Межвузовская электронная библиотека <https://icdlib.nspu.ru/>;
- ЭБС Издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>;
- Базы данных периодических изданий EAST VIEW <https://dlib.eastview.com/>;
- КГБУК «Красноярская краевая спецбиблиотека» (договор на информационно-библиотечное обслуживание по межбиблиотечному абонементу).