

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
биохимии и физиологии клетки
 Епринцев А.Т.
19.05.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.08. Стратегия биохимической адаптации

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

06.04.01 БИОЛОГИЯ

2. Профиль подготовки: Генетика

3. Квалификация выпускника: Магистр биологии

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: биохимии и физиологии
клетки

6. Составители программы: Селиванова Наталия Владимировна, доцент
кафедры биохимии и физиологии клетки, кандидат биологических наук;

7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета, протокол №2 от
04.03.2025г.

8. Учебный год: 2026-2027

Семестр: 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование у студентов понимания механизмов и путей биохимической адаптации к различным факторам внешней среды.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основных типов биохимической адаптации;
- выявление взаимосвязи эволюции адаптивных систем живых организмов и среды обитания;
- изучение адаптаций к неблагоприятным биотическим и абиотическим экологическим факторам;
- формирование представлений о способах детоксикации и биodeградации ксенобиотиков.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Стратегия биохимической адаптации» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистратура).

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям: способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения; способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен управлять выполнением научных исследования в области генетики с применением современных методов и оборудования по актуальной проблеме	ПК-6.4	Знает основные закономерности адаптации растений и животных к факторам среды и проводит лабораторные исследования процессов адаптации	Знать основные закономерности адаптации растений и животных к факторам среды и проводит лабораторные исследования процессов адаптации Уметь применять навыки работы на современном оборудовании для детекции, качественной и количественной оценки показателей гомеостаза. Владеть методами анализа основных закономерностей адаптации растений и животных к факторам среды и проводить лабораторные исследования процессов адаптации

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.– 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			4 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		36	36		
в том числе:	лекции	12	12		
	практические	24	24		
	лабораторные	-	-		
Самостоятельная работа		36	36		
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-		
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>		-	-		
Итого:		72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Общее представление об адаптации	Типы адаптации. Стрессы биотической и абиотической природы. Концепция Ганса-Селье. Физиологические и биохимические адаптации. Функции биохимической адаптации. Энантиостаз и адаптация.
1.2	Адаптация организмов к аноксии и гипоксии.	Брожение и дыхание. Особенности метаболизма животных-анаэробов.
1.3	Экстремальные температуры	Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Теория Аррениуса. Механизмы эндотермной регуляции. Экотермия.
1.4	Высокие концентрации солей.	Адаптация к обитанию в соленой воде. Качественный состав биологических растворов. Стратегия совместных осмолитов.
1.5	Загрязнение биосферы веществами органической и неорганической природы. Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков	Технический прогресс и окружающая среда. Загрязнение атмосферы. Загрязнение биосферы. Ядовитые растения, животные, грибы. Понятие о ксенобиотиках. Действие металлов ксенобиотиков и их превращение в организме человека. Органические ксенобиотики.
2. Практические занятия		
2.1	Общее представление об адаптации	Механизмы биохимической адаптации. Скорость биохимической адаптации и ее связь с имеющимися адаптивными механизмами. Генетическая адаптация. Акклимация и акклиматизация. Немедленная адаптация. Компенсаторная и наступательная адаптация. Адаптация ферментов к выполнению метаболических функций.
2.2	Адаптация организмов к аноксии и гипоксии.	Характеристика растений, устойчивых к недостатку кислорода. Роль гликолиза в адаптации растений к недостатку кислорода. Белки, образующиеся в растениях в ходе адаптации к недостатку кислорода.
2.3	Экстремальные температуры	Бурая жировая ткань. Выключение активного метаболизма. АДФ/АТФ антипортеры. Термогенез, связанный с дрожью. Холостые циклы. Температурная адаптация, связанная с изменением содержания ферментов в клетках и их изоферментного состава.
2.4	Высокие концентрации солей.	Стратегия взаимокompенсирующих растворенных веществ. Классификация растений по их отношению к почвенному засолению.
2.5	Загрязнение биосферы веществами органической и неорганической природы. Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков	Трансформация и обезвреживание ксенобиотиков в организме человека. Стадии модификации ксенобиотиков, в том числе и лекарственных веществ. Микросомальная система. Оксигеназы, пути катализа окислительных процессов. Конъюгация и ее продукты. Пути выведения ксенобиотиков

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Общее представление об адаптации	2	4		6	12
2.	Адаптация организмов к аноксии и гипоксии.	2	6		6	14
3.	Экстремальные температуры	2	4		12	18
4.	Высокие концентрации солей.	2	4		6	12
5.	Загрязнение биосферы веществами органической и неорганической природы. Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков	4	6		6	16
	Итого:	12	24		36	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. При изучении дисциплины предусмотрена работа студента в группе, формирующая чувство коллективизма и коммуникабельность; а также самостоятельная работа, способствующая формированию активной жизненной позиции поведения, аккуратности, дисциплинированности. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий, ответами на тестовые задания. Способность к творческой деятельности и поиску новых решений определяется подбором ситуационных задач. Помимо индивидуальных оценок, должны использоваться оппонирование студентами рефератов друг друга и рецензирование ответов на коллоквиуме. В конце изучения учебной дисциплины проводится контроль знаний в виде зачета. Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<u>Глухов, А.И.</u> Биохимия с упражнениями и задачами : учебник / Глухов А.И., Северин Е.С. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019 .— 384 с. — Биохимия с упражнениями и задачами [Электронный ресурс]: учебник / под ред. А. И. Глухова, Е. С. Северина - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. — ISBN 5-9704-5008-6 .— <URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<u>Соколова О. Я. Биохимические основы биологических процессов. Лабораторный практикум: учебное пособие</u> О. Я. Соколова, Е. В. Бибарцева, О. А. Наumenko ОГУ • 2015 год • 97 страниц http://www.knigafund.ru/books/184277
2	Северин Е.С. Биохимические основы патологических процессов / Е.С. Северин. – М.И.: Медицина, 2000. - 302с
3	Хочачка П. Биохимическая адаптация / П. Хочачка., Дж. Сомеро. - М. : Мир, 1988 – 630с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	https://lib.vsu.ru/
2	ЭУК "Стратегия биохимической адаптации" (https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=12478#)
3	Biochemistry Laboratory http://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-36-biochemistry-laboratory-spring-2009/
4.	Каталог общеобразовательных сайтов. На сайте представлена коллекция сайтов, имеющих учебный материал по большинству изучаемых дисциплин в вузах РФ. www.Educatalog.ru
5.	www.medbiol.ru
6.	www.pubmed.gov

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Федорин, Дмитрий Николаевич. Лабораторный практикум по биохимии для студентов отделения фундаментальной медицины медико-биологического факультета [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Д.Н. Федорин, Н.В. Селиванова, А.Т. Епринцев ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-149.pdf >.
2	Федорин, Дмитрий Николаевич. Ферменты: структура, свойства, классификация [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студентов 3-го курса, изучающих дисциплины "Общая биохимия", "Биология", "Энзимология", "Микробиология и вирусология"] / Д.Н. Федорин, Н.В. Селиванова, А.Т. Епринцев ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m20-22.pdf >.
3	Димитриев, А. Д. Биохимия [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. Д. Димитриев, Е. Д. Амбросьева. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 168 с. - ISBN 978-5-394-01790-2. http://www.znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=64&page=8

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

- информационно-коммуникационные технологии (консультации преподавателя через тематические форумы и вебинары с использованием электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО "ВГУ"
- Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>). - при реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии (ЭУК «Молекулярные механизмы действия биологически активных веществ и методы их исследования» URL: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17538>>.)
- информационные технологии (доступ в Интернет)
- СПС "Консультант Плюс" для образования (14-2000/RD от 10.04.2000).
- Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ
- MathWorks Total Academic Headcount - 25 (3010-07/01-19 от 09.01.19). Действует до января 2022
- Права на программы для ЭВМ МойОфис Частное Облако. Лицензия Корпоративная на пользователя для образовательных организаций, без ограничения срока действия(3010- 15/972-18 от 08.11.2018)
- развивающие проблемно-ориентированные технологии: постановка и решение практических задач;

- личностно-ориентированные технологии: создание индивидуальной образовательной среды и условий с учетом личностных научных интересов и профессиональных предпочтений;
- рефлексивные технологии, позволяющие обучающемуся осуществлять самоанализ полученных результатов.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 365): Специализированная мебель, экран настенный Digis Optimal-C DSOC-1103, проектор Acer X115H DLP, ноутбук Lenovo G500 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 364): Специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, шкаф вытяжной 900 БМВ, весы Ohaus Advanturer AR 1530, спектрофотометр СФ-2000, рН-метр рН-150, холодильник Atlant 4020-022, компьютер (системный блок Intel Celeron 420, монитор Nec AccuSync LCD 72VM)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общее представление об адаптации	ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	ПК-6.4	Устный опрос; темы рефератов;
2.	Адаптация организмов к аноксии и гипоксии.	ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	ПК-6.4	Устный опрос; темы рефератов;

3.	Экстремальные температуры	ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	ПК-6.4	Устный опрос; темы рефератов;
4.	Высокие концентрации солей.	ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	ПК-6.4	Устный опрос; темы рефератов;
5.	Загрязнение биосферы веществами органической и неорганической природы. Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков	ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	ПК-6.4	Устный опрос; темы рефератов;

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Зачет: перечень вопросов (КИМ)

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Вопросы к разделу 1

1. Типы адаптации
2. Стрессы биотической и абиотической природы.
3. Концепция Ганса-Селье
4. Физиологические и биохимические адаптации
5. Функции биохимической адаптации
6. Механизмы биохимической адаптации
7. Особенности генетической адаптации.
8. Характеристика акклимации, акклиматизации, немедленной адаптации.

9. Компенсаторная и наступательная адаптация.
10. Уровни регуляции концентрации ферментов.

Вопросы к разделу 2

1. Особенности метаболизма животных – анаэробов. Растения, устойчивые к недостатку кислорода, анатомические особенности, роль гормонов в адаптации к анаэробизму. Брожение и дыхание.
2. Возникновение фотосинтеза.
3. Различная зависимость от кислорода у современных организмов.
4. Стратегия адаптации к различному содержанию кислорода в среде

Вопросы к разделу 3

1. Влияние температуры на скорость и равновесие ферментативных реакций.
2. Механизмы эндотермной регуляции.
3. Экотермия.
4. Термостабильность белков и нуклеиновых кислот.
5. Основные температурные эффекты на биохимическом уровне.
6. Влияние температуры на регуляцию активности генов.
7. Регуляция температуры тела.
8. Влияние температуры на клеточные мембраны.
9. Устойчивость и толерантность к замерзанию.

Вопросы к разделу 4

1. Адаптация к обитанию в соленой воде.
2. Стратегия совместных и взаимокompенсирующих растворенных веществ.
3. Распространенность химических элементов в природе.
4. Сопряжение переноса воды с активным транспортом растворенных веществ.
5. Фундаментальное значение натриевого насоса.
6. Адаптация к обитанию в пресной воде.
7. Молекулярные параметры, подверженные давлению отбора в связи с адаптацией к солености.

Вопросы к разделу 5

1. Технический прогресс и окружающая среда.
2. Понятие о ксенобиотиках.
3. Металлы - ксенобиотики и органические ксенобиотики.
4. Трансформация ксенобиотиков в природе

Темы рефератов

1. Адаптация на уровне микроокружении макромолекул.
2. Адаптация путей метаболической активности.
3. Компенсаторная и эксплуатационная адаптация.
4. Функциональные блоки системы метаболизма.
5. Уровни регуляции концентрации ферментов.
6. Адаптация к физической нагрузке. Мышечные ферменты-регуляторы.
7. Системы транспорта через клеточную мембрану в условиях стресса.
8. Брожение у микроорганизмов.
9. Энергетические потребности при гипоксии.
10. Ангидробиоз. Гибернация.
11. Замедление циклов распада веществ при зимней спячке.
12. Пути выведения продуктов распада из организма.

13. Роль иммунной системы в поддержании активности адаптирующегося организма.
14. Адаптация в процессе онтогенеза.
15. Энергетические субстраты в условиях приспособления.
16. Ферментативные изменения путей расщепления энергетических субстратов.
17. Стресс. Срыв механизмов адаптации.
18. Криопротекция.

Примерные тестовые задания

Компетенции: ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок

Описание технологии проведения

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к устному опросу. Для этого студент изучает лекции преподавателя, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Тема и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля содержатся в рабочей учебной программе и доводятся до студентов заранее. Эффективность подготовки студентов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу, блиц-опросу студенту необходимо ознакомиться с материалом, посвященным теме семинара, в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия, обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развёрнутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.

Целью лабораторных работ по дисциплине является приобретение студентами навыков самостоятельного выполнения лабораторных исследований и анализа результатов. Каждая лабораторная работа требует предварительного изучения теоретического материала. При выполнении лабораторного эксперимента обязательно соблюдение правил техники безопасности! Перед выполнением лабораторных работ студенты должны пройти 'Инструктаж по технике безопасности' и расписаться в соответствующем журнале. Только после этого студент может быть допущен к проведению эксперимента. В ходе выполнения лабораторных работ студенты внимательно наблюдают за ходом реакций, проводят измерения и записывают наблюдения в рабочий журнал. После выполнения лабораторной работы студент оформляет отчет. Отчет выполняется отдельно по каждой лабораторной работе. В отчете должны быть следующие разделы: 1. Цель выполнения работы 2. Теоретический раздел 3. Ход работы 4. Выводы. Выполнив лабораторный практикум, студент должен уметь изложить ход выполнения опытов, объяснить результаты работы и выводы из них и подписать отчет у преподавателя.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Собеседование по вопросам к зачету (4 семестр):

1. Типы адаптации
2. Стрессы биотической и абиотической природы.
3. Концепция Ганса-Селье
4. Физиологические и биохимические адаптации
5. Функции биохимической адаптации
6. Механизмы биохимической адаптации
7. Особенности генетической адаптации.
8. Характеристика акклимации, акклиматизации, немедленной адаптации.
9. Компенсаторная и наступательная адаптация.
10. Уровни регуляции концентрации ферментов.
11. Особенности метаболизма животных – анаэробов.
12. Растения, устойчивые к недостатку кислорода, анатомические особенности, роль гормонов в адаптации к анаэробизму.
13. Брожение и дыхание.
14. Возникновение фотосинтеза.
15. Различная зависимость от кислорода у современных организмов. Стратегия адаптации к различному содержанию кислорода в среде
16. Влияние температуры на скорость и равновесие ферментативных реакций.
17. Механизмы эндотермной регуляции.
18. Экотермия.
19. Термостабильность белков и нуклеиновых кислот.
20. Основные температурные эффекты на биохимическом уровне.
21. Влияние температуры на регуляцию активности генов.
22. Регуляция температуры тела.
23. Влияние температуры на клеточные мембраны.
24. Устойчивость и толерантность к замерзанию.
25. Адаптация к обитанию в соленой воде.
26. Стратегия совместных и взаимокompенсирующих растворенных веществ.
27. Распространенность химических элементов в природе.
28. Сопряжение переноса воды с активным транспортом растворенных веществ.
29. Фундаментальное значение натриевого насоса.
30. Адаптация к обитанию в пресной воде.
31. Молекулярные параметры, подверженные давлению отбора в связи с адаптацией к солености.
32. Технический прогресс и окружающая среда.
33. Понятие о ксенобиотиках.
34. Металлы - ксенобиотики и органические ксенобиотики.
35. Трансформация ксенобиотиков в природе.

В каждый КИМ входит по 2 вопроса по различным разделам дисциплины. Зачет проводится в виде устного опроса. На зачете студент получает индивидуальный билет, время подготовки к ответу 40 минут. На зачете запрещается пользоваться какими-либо вспомогательными средствами. Во время проведения зачета зачетатор может задать любой дополнительной вопрос в пределах вопросов, вынесенных на зачет.

Зачёт по дисциплине может быть выставлен по итогам текущего контроля, при выполнении всех предусмотренных видов самостоятельной работы и при условии посещения студентом более чем 90% занятий.

Допускаются до зачета только те студенты, которые посетили более 90% аудиторных занятий

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения. Критерии оценивания компетенций

Уровень сформированности компетенций

Шкала оценок

Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	Базовый уровень	Зачтено
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	—	Не зачтено