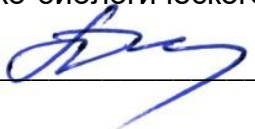


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Декан
медико-биологического факультета


Т.Н. Попова

23.06.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.4 Биоэнергетика и метаболизм

1. Шифр и наименование специальности: Биохимия
2. Отрасль: Биологические науки
3. Квалификация (степень) выпускника: преподаватель-исследователь
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: медицинской биохимии и микробиологии
6. Составители программы: Попова Т.Н., д.б.н., профессор, Сафонова О.А., к.б.н., доцент
7. Рекомендована: научно-методическим советом медико-биологического факультета 23.06.2021 г., протокол №5
8. Учебный год: 2024/2025 Семестр(ы)/Триместр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели:

получение современных представлений об основных типах систем биологического окисления эукариотической клетки; формирование понимания роли митохондриальной системы окисления в биоэнергетике клетки и клеточной биологии;

формирование представлений о ткане- и органоспецифических особенностях структурно-функциональной организации митохондрий; получение современных представлений о микросомальной системе окисления и ее роли в биоэнергетике и биохимических процессах клетки;

формирование понимания роли активных форм кислорода, образующихся при работе систем биологического окисления клетки, в процессах регуляции клеточного метаболизма при разных физиологических состояниях организма.

Задачи:

- изучение основных систем биологического окисления клетки: митохондриальной системы окислительного фосфорилирования и микросомальной монооксигеназной системы;

- знакомство с основными методами изучения ферментных систем, обеспечивающих сопряженное и несопряженное окисление;

- получение знаний об особенностях структурно-функциональной организации генома митохондрий и его отличиях от геномов других ДНК-содержащих органелл эукариотической клетки (хлоропластов и ядра);

- получение знаний об особой роли митохондрий в ретроградной регуляции экспрессии ядерных генов; детальное знакомство с ролью кислорода и его активных форм как факторов регуляции метаболических процессов;

- изучение повреждающих эффектов активных форм кислорода, образующихся в митохондриях, в отношении основных типов информационных биополимеров (ДНК, РНК и белков);

- получение знаний о клеточных системах контроля активных форм кислорода и сигнальной роли активных форм кислорода;

- изучение взаимоотношений систем окислительного фосфорилирования, микросомального окисления и фотосинтеза у растений.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 Биологические науки. Курс предполагает наличие у аспиранта знаний основ метаболических превращений в клетке, закономерностей протекания биоэнергетических процессов основанных на знаниях по биологии, органической химии, биохимии и биофизики в объеме программы высшего профессионального образования.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке и написании диссертации по специальности 03.01.04 – Биохимия.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными компетенциями:

способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими обще профессиональными компетенциями:

способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими профессиональными компетенциями

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются:

В результате изучения данного курса аспирант должен знать:

1. структурно-функциональную организацию основных систем биологического окисления клетки; роль активных форм кислорода, образующихся при работе клеточных систем биологического окисления, в процессах регуляции клеточного метаболизма при разных физиологических состояниях организма;
2. знать механизмы окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения;
3. знать химические механизмы транспорта веществ в клетке, происхождение потенциала покоя и потенциала действия, работу АТФ-аз, механизмы распространения возбуждения (одиночных импульсов и ряда импульсов);
4. важность определения содержания активных форм кислорода как высокоинформативного диагностического и физиолого-биохимического параметра в медицине и биологии.

В результате изучения данного курса аспирант должен уметь:

1. использовать знания дисциплины для решения научно-исследовательских задач профессиональной специализации; использовать полученные знания для расширения своего кругозора и совершенствования общей профессиональной подготовки.
2. вести поиск необходимой информации по данной теме и использовать литературные данные как средство для решения профессиональных задач;
3. принимать участие в научной дискуссии по вопросам, связанным с особенностями биоэнергетических процессов в метаболизме.

В результате изучения данного курса аспирант должен иметь навыки:

1. самостоятельной работы с литературой по данной тематике;
2. навыками решения задач по отдельным темам дисциплины.
3. оценки и статистической обработки данных, полученных в ходе биохимического анализа;

4. рационального и эффективного использования информационных и компьютерных технологий в решении поставленных задач.

Структура и содержание учебной дисциплины:

12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 1 / 144.

12.2 Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)
Аудиторные занятия	4
в том числе: лекции	4
практические	
лабораторные	
Самостоятельная работа	86
Контроль	54
Итого:	144

12.3 Содержание разделов дисциплины:

№ П/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Вид учебной работы
1.	Биологическая энергия. Метаболизм: пути, регуляция	Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем. Метаболизм: понятие и функции. Макроскопический аспект метаболизма. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы. Круговороты N, C, O. Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь. Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.	самостоятельная работа
2.	Законы биоэнергетики. Биомембраны.	Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране. Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах. История изучения строения мембран. Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.	Аудиторные занятия, Самостоятельная работа
3.	Мембранные системы транспорта. АТФазы.	Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл). Мембранные системы транспорта: Ca-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл). Регуляция активности АТФаз.	Самостоятельная работа
4.	Катаболизм глюкозы:	Катаболизм глюкозы: общий взгляд. Мобилизация запаса глюкозы из гликогена. Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика. Реакции гликолиза.	Аудиторные занятия, Самостоятельная работа
5.	Особенности гликолиза	Энергетический баланс гликолиза.	Самостоятельная

		<i>Расстройства связанные с нарушением гликолиза. Пути превращения пирувата.</i>	<i>ная работа</i>
6.	<i>Особенности цикла Кребса.</i>	<i>Ферменты цикла Кребса: функция, общая характеристика. Реакции цикла Кребса. Энергетический баланс цикла Кребса.</i>	<i>Самостоятельная работа</i>
7.	<i>Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование.</i>	<i>Источники электронов для e-транспортной цепи. Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы. Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтетаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов. Общая схема окислительного фосфорилирования. Челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования. Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования.</i>	<i>самостоятельная работа</i>
8.	<i>Регуляция катаболизма глюкозы.</i>	<i>Схема регуляции катаболизма глюкозы. Регуляция гликолиза, цикла Кребса. Регуляторные взаимосвязи катаболизма глюкозы.</i>	<i>Самостоятельная работа</i>

12.4 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

Дисциплина имеет тесные связи с биохимией, биофизикой.

12.5 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Биологическая энергия. Метаболизм: пути, регуляция				10	10
2.	Законы биоэнергетики. Биомембраны.	2			6	8
3.	Мембранные системы транспорта. АТФазы.				14	14
4.	Катаболизм глюкозы:				13	13
5.	Особенности гликолиза				13	13
6.	Особенности цикла Кребса.				10	10
7.	Дыхательная цепь. Окислительное фосфорилирование.	2			10	12
8.	Регуляция катаболизма глюкозы.				10	10

12.6 Вопросы для контроля самостоятельной работы:

- 1. Поток биологической энергии. Законы термодинамики в биологических системах. Энтропия биологических систем.*
- 2. Метаболизм: понятие и функции.*
- 3. Макроскопический аспект метаболизма.*
- 4. Автотрофы и гетеротрофы. Аэробы и анаэробы.*
- 5. Круговороты N, C, O.*

6. *Метаболические пути: линейные и циклические. Катаболические и анаболические пути и их взаимосвязь.*
7. *Регуляция метаболических путей: по типу обратной связи, гормональная регуляция, индукция ферментов.*
8. *Предмет и задачи биоэнергетики. История становления биоэнергетики как науки.*
9. *Превращения энергии в живой клетке. Основные принципы биоэнергетики.*
10. *Архитектура митохондрий. Распределение и локализация митохондрий в клетке. Химическая активность митохондрий.*
11. *Дыхательная цепь. Компоненты дыхательной цепи митохондрий. Последовательность функционирования переносчиков электронов и протонов.*
12. *Механизмы работы митохондриальных комплексов 1, 2, 3 и 4.*
13. *Окислительное фосфорилирование. Регуляция дыхания, разобщение и обменные реакции.*
14. *Хемиосмотический механизм запасаения энергии дыхания.*
15. *Циклическая светозависимая цепь фотосинтезирующих бактерий и нециклическая светозависимая цепь зелёных бактерий.*
16. *Нециклическая светозависимая редокс-цепь хлоропластов и цианобактерий.*
17. *Светозависимый транспорт протонов бактериородопсина.*
18. *Химические свойства АТФ. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ. Высокоэнергетические и низкоэнергетические фосфаты.*
19. *АТФ-синтаза. Структура и механизмы функционирования.*
20. *Транспорт адениновых нуклеотидов и фосфатных групп в митохондриях.*
21. *Системы переноса восстановительных эквивалентов в митохондриях. Регуляция потоков восстановительных эквивалентов.*
22. *Системы переносчиков через митохондриальную мембрану. Каскадные системы переносчиков.*
23. *Карнетин, как пример трансмембранного переносчика химической группировки.*
24. *Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.*
25. *Молекулярные основы биологической подвижности. Креатинфосфатный путь транспорта энергии в мышечных клетках.*
26. *Энергетический обмен в кардиомиоцитах. Нарушения энергообразования в клетках сердечной мышцы: причины и следствия.*
27. *Молекулярные основы первично-активного транспорта ионов. Свойства АТФаз Р-типа, F-типа и V-типа.*
28. *Натриевый потенциал, натрий-транспортирующая дыхательная цепь, натрий-транспортирующая АТФаза.*
29. *Утилизация натриевого потенциала для осмотической, химической и механической работы.*
30. *Дыхательный контроль. Соотношение АДФ/Р и Р/О.*
31. *Специфические методы мембранной биоэнергетики.*
32. *Законы биоэнергетики (В.П.Скулачеву): протонный и натриевый потенциал, три закона биоэнергетики. Генерация потенциала на мембране.*
33. *Структура биологических мембран, их роль в митохондриях, хлоропластах, хроматофорах.*
34. *История изучения строения мембран.*
35. *Типы мембран в клетке и их функции. Современные представления о структуре и географии мембранных доменов.*
36. *Общие представления о биологических мембранах. Молекулярная и мембранная биология. Функция мембран. Современные проблемы мембранологии.*
37. *Теория строения мембран. Матриксная функция мембран. Гетерогенность мембран. Компоненты биологических мембран: липиды, белки, углеводороды, вода.*
38. *Мембранный транспорт. Перенос вещества через мембрану. Избирательная проницаемость мембран. Равновесие по разные стороны мембраны.*
39. *Мембранные системы транспорта: Na/K-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).*
40. *Мембранные системы транспорта: Са-АТФаза (локализация, структура, реакционный цикл).*
41. *Регуляция активности АТФаз.*
42. *Катаболизм глюкозы: общий взгляд.*
43. *Мобилизация запаса глюкозы из гликогена.*
44. *Ферменты гликолиза: функция, общая характеристика.*
45. *Реакции гликолиза.*
46. *Энергетический баланс гликолиза.*
47. *Расстройства связанные с нарушением гликолиза.*
48. *Пути превращения пирувата.*
49. *Ферменты цикла Кребса: функция, общая характеристика.*
50. *Реакции цикла Кребса.*
51. *Энергетический баланс цикла Кребса.*
52. *Источники электронов для e-транспортной цепи.*
53. *Дыхательная цепь: комплексы, переносчики, ингибиторы.*
54. *Окислительное фосфорилирование: АТФ-синтаза, хемиосмотическая теория, механизм создания трансмембранного градиента протонов.*
55. *Общая схема окислительного фосфорилирования.*
56. *Челночные системы внутренней мембраны митохондрий: назначение, механизм функционирования.*
57. *Расстройства связанные с нарушением фосфорилирования.*

58. Схема регуляции катаболизма глюкозы. Регуляция гликолиза, цикла Кребса. Регуляторные взаимосвязи катаболизма глюкозы.
59. Рассеяние энергии дыхания при терморегуляции.
60. Полный энергетический баланс полного окисления молекулы глюкозы.
61. Ферменты глюконеогенеза: функция, общая характеристика.
62. Реакции глюконеогенеза.
63. Субстраты для глюконеогенеза.
64. Энергетический баланс глюконеогенеза.
65. Расстройства связанные с нарушением глюконеогенеза.
66. Фотосинтез общая схема и энергетический баланс.
67. История изучения фотосинтеза.
68. Световая и темновая фазы фотосинтеза.
69. Пигменты фотосинтеза и их роль, реакционный центр, фотосистемы.
70. Модель световых реакций (Z-схема).
71. Фотофосфорилирование (нециклическое и циклическое).
72. С3- и С4-пути темновых реакций фотосинтеза
73. Фотодыхание у С3- и С4-растений и их продуктивность. САМ-метаболизм.
74. Вторичные метаболические пути: пентозо-фосфатный путь, глиоксилатный цикл.
75. Эволюция биологических механизмов запасаения энергии (по В.П.Скулачеву): «адениновый» фотосинтез, бактериородопсиновый фотосинтез, хлорофилльный фотосинтез зеленых серных, пурпурных и цианобактерий, дыхательное фосфорилирование.
76. Методы регистрации трансмембранной разности протонного потенциала.
77. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах.
78. Критерий самопроизвольности процесса.
79. Химическая природа хромофоров зрительных пигментов.

13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов литературы)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / С.Е. Северин [и др.]; под ред. Е.С. Северина. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011.— 622 с.: цв. ил., табл. + 1 CD
2.	Алейникова Т.Л. Биохимия: учебник / Т.Л. Алейникова, Л.В.Авдеева, Л.Е. Адрианова.— М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.— 779 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Жеребцов Н. А. Биохимия : учебник / Н. А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. - Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. - 696 с.
4.	Медицинская энзимология: учебное пособие / Т.Н. Попова, Т.И. Рахманова, С.С. Попов [научный редактор М.А. Наквасина].— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008.— 63 с.
5.	Плакунов В.К. Основы энзимологии / В.К. Плакунов. — М.: Логос, 2001. — 126 с.
6.	Кнорре Д.Г. Биологическая химия : учебник для студентов хим. биол. и мед. спец. вузов / Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. - М. : Высш. шк., 2002. - 478 с.
7.	Биохимия : учебник; под ред. Е.С. Северина. - М.: ГЭОТАР-Мед , 2004. - 779 с.
8.	Бышевский А.Ш. Биохимия для врача / А.Ш. Бышевский, О.А. Терсенов. – Екатеринбург: Уральский рабочий. – 1994. – 383 с.
9.	Березин И.В. Основы физической химии ферментативного катализа / И.В.Березин, К. М. Мартинек. - Высш. школа. – 1977. – 280 с.
10.	Основы биохимии : в 3 т. / А. Уайт [и др.]. - М. : Мир, 1981 .-Т. 1-3.
11.	Молекулярная биология клетки : в 3 т. / Б. Альберте [и др.]. - М. : Мир, 1984. - Т. 1-3.
12.	Ленинджер А. Основы биохимии : в 3 т. / А. Лснинджер. - М. : Мир, 1985. – Т. 1,2.
13.	Биохимия человека : в 2 т. / Р. Марри [и др.]. - М. : Мир, 2004. - 415 с.
14.	Березов Т.Т. Биологическая химия : учебник для студ. мед. и биол. спец. вузов / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. - М.: Медицина, 2004. - 528 с.
15.	Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология / С.Д. Варфоломеев .— М.: Academia, 2005.— 471 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
16.	Полнотекстовые базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из сети ВГУ (сайт научной библиотеки ВГУ, URL: http://www.lib.vsu.ru): Издания Воронежского государственного университета Полнотекстовая БД диссертаций РГБ БД реферативных журналов Научная электронная библиотека РФФИ (e-Library) БД издательства ELSEVIER БД www.pubmed.com
17.	Библиотека полнотекстовых учебников и учебных пособий по гуманитарно-экономическим, естественно-научным и техническим дисциплинам (http://window.edu.ru/window/library)

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

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

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Самостоятельная работа аспиранта включает:

Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку.

Выявление информационных ресурсов в научных библиотеках и сети Internet по следующим направлениям: химический синтез, выделение из природных источников, генно-инженерные пути получения, структурные исследования, связь между строением и биологическим действием, протеомика, надмолекулярные комплексы: белково-нуклеиновые молекулярные машины, практическое приложение научных результатов.

Конспектирование и реферирование первоисточников и научно-исследовательской литературы по тематическим блокам.

Поддержка самостоятельной работы:

Список литературы и источников для обязательного прочтения.

Полнотекстовые базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из сети ВГУ (сайт научной библиотеки СамГУ, URL: <http://www.lib.vsu.ru>):

1. Издания Воронежского государственного университета
2. Полнотекстовая БД диссертаций РГБ
3. БД реферативных журналов
4. Научная электронная библиотека РФФИ (e-Library)
5. БД издательства ELSEVIER
6. БД www.pubmed.com
7. Университетская библиотека ONLINE
8. Университетская информационная система России

Библиотека полнотекстовых учебников и учебных пособий по гуманитарно-экономическим, естественно-научным и техническим дисциплинам (<http://window.edu.ru/window/library>)

Тематика рефератов – не предусмотрены.

Итоговый контроль проводится в виде зачета.

16. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:

Оценка – аттестован

Полное знание учебного материала, предусмотренного рабочей программой, успешное выполнение всех заданий, предусмотренных формами текущего контроля. Ответ обоснован, аргументирован.

Допускаются незначительные ошибки, неточности, которые аспирант исправляет после замечаний преподавателя.

Оценка – не аттестован

Знания несистематические, отрывочные. В ответах допущены грубые, принципиальные ошибки.

Затруднения в формулировании основных определений, при решении задач, которые не устранены после наводящих вопросов.