

Приложение 4
к приказу ФИЦ КазНЦ РАН
от 05.12.2023 № 64-А

Разработано и рекомендовано к утверждению
Ученым советом ИОФХ им. А.Е. Арбузова -
обособленного структурного подразделения
ФИЦ КазНЦ РАН

«15» ноября 2023 г., протокол № 10

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химические основы биологических процессов»

Уровень высшего образования
Подготовка кадров высшей квалификации

СОДЕРЖАНИЕ

1. Виды учебной деятельности, способ и формы ее проведения, трудоемкость дисциплины.
2. Перечень планируемых результатов обучения.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Содержание дисциплины.
5. Учебно-тематический план занятий.
6. Формы текущего контроля, критерии оценки.
7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины.
8. Описание материально-технической базы, необходимой для освоения дисциплины.

1. ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СПОСОБ И ФОРМЫ ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ, ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебной деятельности: аудиторные занятия – 27 часов, самостоятельная работа – 92 часа, зачет - 1 час, всего – 120 часов.

Форма проведения аудиторных занятий – лекции, семинары и консультации.

В рамках часов самостоятельной работы по указанию преподавателя аспиранты прорабатывают темы и осваивают теоретические вопросы, излагаемые в лекционном курсе, а также самостоятельно изучают другие вопросы программы.

Формой итогового контроля является зачет.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины выпускник должен

Знать:

- Основные биомолекулы: аминокислоты, пептиды, белки, сахара, липиды, нуклеиновые кислоты их состав, строение и биологическую роль.
- Молекулярные основы биокатализа, метаболизма.
- Основы химических процессов, протекающих в живой клетке.
- Основные химические аспекты метаболизма в биологических системах, протекающих под воздействием лекарств.

Владеть:

- Навыками использования знаний по химическим основам биологических процессов при решении задач исследовательского профиля.
- Навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, связанной с биохимическими аспектами в постановки целей исследования и выбора оптимальных путей в создании новых физиологически активных соединений.

Уметь:

- Обсуждать физико-химические и биохимические аспекты применения макромолекул ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по основам биохимии.
- Использовать знания о химических основах биологических процессов при решении задач исследовательского профиля.
- Применять полученные знания о биологических системах в открытии новых лекарств.
- Анализировать научную литературу с учетом знаний основ биохимии для осуществления исследований по теме выпускной квалификационной работы.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Химические основы биологических процессов» является элективной и/или факультативной дисциплиной и включена в Блок «Образовательная компонента» основных профессиональных образовательных программ высшего образования – программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научным специальностям 1.4.16. Медицинская химия, 1.4.3. Органическая химия, 1.4.9 Биоорганическая химия, 1.5.4. Биохимия. Обучение планируется на втором и/или третьем курсе (определяется индивидуальным учебным планом аспиранта).

Данная дисциплина базируется на знаниях и умениях, выработанных при прохождении общих профессиональных курсов «Органическая химия» «Биохимия», в рамках магистерской программы образования или специалитета.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекарственные средства – это соединения, которые взаимодействуют с биологической системой и вызывают биологический ответ. В связи с этим знание химических основ биологических процессов, протекающих в живом организме, является одним из важных критериев в открытии новых лекарств и изучения их биологического действия. Основу дисциплины составляет изучение структур основных биомолекул, взаимосвязи между их структурой и функцией, а также химических процессов, происходящих в живой клетке, в том числе под действием лекарств. **Цели и задачи освоения дисциплины** - формирование комплексного представления о химических основах организации живого организма, взаимосвязях между структурой и функциями биомолекул, участвующих в реакциях клеточного метаболизма.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование темы	Аудит. занятия	Самост. работа	Всего часов
1	Химия: молекулярное единство форм жизни. Обмен веществ и энергии в биосистемах. Структура клетки. Ядро, цитоплазма, клеточная мембрана, митохондрии. Действие лекарственных средств на молекулярные мишени в разных местах клетки. Апоптоз. Некроз.	2	6	8
2	Липиды. Строение клеточных мембран и функции фосфолипидов. Проницаемость мембран. Клеточные стенки бактерий. Пенициллин и механизм его действия	2	6	8
3	Углеводы. Моно-, олиго- и полисахариды. Биологическое значение.	2	4	6
4	Аминокислоты как структурные элементы белков и пептидов	1	4	5
5	Функции белков. Структурные белки. Транспортные белки. Механизмы белковых взаимодействий.	2	8	10
6	Белки и их биологические функции. Классификация белков. Уровни структурной организации белков. Первичная структура. Связь первичной структуры и функции белков. Вторичная структура белков (α -спираль, β -спирали). Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы. Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Самоорганизация третичной структуры. Роль планарной пептидной связи. Четвертичная структура белков. Природа взаимодействий. Гемоглобин. Межмолекулярные связи.	2	10	12

7	Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот, цАМФ. Ди- и трифосфаты нуклеозидов. Динуклеотиды (НАД, НАДФ, ФАД) и их роль в биологических процессах в клетке. Полинуклеотиды. Нуклеиновые кислоты.	2	8	12
8	ДНК и РНК. Структура. Различие по свойствам, структуре, локализации в клетке и функциям. Генетические заболевания. Перспективы создания противовирусных препаратов.	2	8	12
9	Биокатализ. Строение и механизм действия ферментов. Наименование и классификация ферментов Активный сайт фермента. Связывание субстрата в активном участке. Каталитическая роль ферментов. Связывающие взаимодействия. Кислотно-основной катализ. Нуклеофильные группы. Генетический полиморфизм и ферменты.	3	8	13
10	Метаболизм и его стадии. Гликолиз. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование и его механизм. Обмен липидов. Биоэнергетика и роль АТФ. Обмен веществ и метаболизм. Механизмы регуляции метаболических превращений. Основные метаболические пути. Гликолиз, глюконеогенез, гликогенолиз, гликогеногенез, пентозофосфатный путь, цикл трикарбоновых кислот- как энергетическая основа жизни клетки. Дыхательная цепь- превращения химической энергии. Метаболические пути азота. Механизмы трансмембранного переноса.	2	10	12
11	Рецепторы: структура и функции. Роль рецептора. Нейротрансмиттеры и гормоны. Типы и подтипы рецепторов.	3	10	13

12	Химические аспекты метаболизма лекарственных препаратов. Пути метаболических превращений. Реакции 1 фазы биотрансформации. Общие положения. Гидролиз сложноэфирных связей. Гидролиз амидных связей. Гидролиз гликозидных связей. Реакции окисления. Дегидрирование ненасыщенных колец. Окисление кратных углерод-углеродных связей. Гидроксилирование ароматических соединений. Окисление спиртов и альдегидов. Окислительное <i>O</i> -деалкилирование. Окислительное дегидрогалогенирование. Окисление <i>S</i> - и <i>N</i> -содержащих соединений. Окислительное дезаминирование. Прямое окисление азота. Реакции восстановления.	2	6	8
13	Реакции 2 фазы биотрансформации. Общие положения. Конъюгация с глюкуроновой кислотой. Конъюгация с серной кислотой. Конъюгация с аминокислотами. Конъюгация с глутатионом. Реакции <i>N</i> -ацетилирования. Реакции метилирования. Окислительная модификация лекарственных средств. Гидроксилирование ксенобиотика.	2	4	6
	ЗАЧЕТ	1	-	1
ВСЕГО		28	92	120

6. ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

6.1. Итоговый контроль: формой итогового контроля по дисциплине является Зачет.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Особенности живой материи. Уровни организации живых организмов.
2. Строение клетки. Действие лекарственных средств на молекулярные мишени в разных местах клетки. Понятие апоптоза и некроза.
3. Аминокислоты как структурные элементы белков и пептидов. Классификация аминокислот. Свойства аминокислот.
4. Белки и их биологические функции. Классификация белков. Характеристика и биологическая роль простых и сложных белков.

5. Уровни структурной организации белков. Первичная структура и схема её определения. Связь первичной структуры и функции белков.
6. Вторичная структура белков. Основные типы вторичной структуры белков. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы.
7. Третичная структура белков. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры. Самоорганизация третичной структуры.
8. Четвертичная структура белков. Природа взаимодействий. Гемоглобин.
9. Моносахариды, представители биологически важных моносахаридов. Олигосахариды. Важнейшие ди- и трисахариды (мальтоза, лактоза, сахароза, рафиноза). Полисахариды. Биологическое значение.
10. Понятие о нуклеозидах. Пуриновые и пиримидиновые основания и углеводные компоненты нуклеозидов. Номенклатура. Мононуклеотиды, и их номенклатура. Мононуклеотиды как структурные элементы нуклеиновых кислот, цАМФ.
11. Ди- и трифосфаты нуклеозидов. Динуклеотиды (НАД, НАДФ, ФАД) и их роль в биологических процессах в клетке.
12. Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК (их различие по свойствам, структуре, локализации в клетке и функциям).
13. ДНК - первичная, вторичная, третичная структура. Принцип комплементарности. Формы двойной спирали ДНК.
14. Виды РНК (иРНК, тРНК, рРНК), особенности их состава, структуры и функций.
15. Липиды их биологическая роль. Классификация. Сложные липиды. Фосфолипиды. Глицерофосфолипиды
16. Биомембраны – сложные надмолекулярные образования на основе липидов. Структура и функции. Активный трансмембранный перенос.
17. Ферменты. Характеристика основных классов ферментов. Роль ферментов жизнедеятельности клеток. Локализация ферментов в клетке.
18. Ферменты: их сходство и различие с неорганическими катализаторами. Белковая природа ферментов. Простые и сложные ферменты. Кофактор, кофермент (природа).
19. Особенности кинетики ферментативных реакций и ингибирования?
20. АТФ - основной переносчик химической энергии в клетке. Стандартная свободная энергия гидролиза АТФ.
21. Микроэлементы. Роль ионов Fe, Си, Zn, Со, Мп в биологических процессах. Биологическая роль ионов Na⁺ и K⁺.
22. Рецепторы: структура и функции. Роль рецептора.
23. Нейротрансмиттеры и гормоны. Типы и подтипы рецепторов.
24. Метаболизм. Стадии метаболизма. Уровни регуляции метаболизма.
25. Реакции I фазы метаболизма ксенобиотиков, катализируемые CYP450.
26. Реакции I фазы метаболизма, катализируемые FAD-содержащими ферментами.

27. Примеры восстановительных процессов. Приведите примеры реакций гидролиза.
28. Реакции II фазы детоксикации ксенобиотиков.

6.2. Критерии оценки итогового контроля:

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок:
зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует знание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями и терминами, знает особенности развития соответствующей области науки, имеет представление о специфике объектов исследований. Информирован о современных направлениях работ, ознакомлен с содержанием основных литературных источников, способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
не зачтено	Аспирант демонстрирует плохое знание большей части основного материала в соответствующей области науки. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и не в состоянии наметить пути их решения.

При выборе аспирантом дисциплины «Химические основы биологических процессов» в качестве элективной, зачет по дисциплине является допуском к промежуточной аттестации – кандидатскому экзамену по специальной дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Основная литература

1. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3-х т. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012-2015.
2. Кольман Я., Рём К.-Г., Наглядная биохимия: справочное издание. пер. с англ. Т. П. Мосоловой. - М. : Лаборатория знаний, 2018. - 509 с.
3. Фармакология. Учебник для вузов / Под ред. проф. Р.Н. Аляутдина.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 832 с.
4. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. В 3 т. Пер. с англ. М.: Лаборатория знаний,, 2020.
5. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. М. : Лаборатория знаний, 2022. – 848 с.
6. Нил М.Дж. Наглядная фармакология: учебное пособие для вузов, пер. с англ. под ред. Р.Н. Аляутдина. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 104 с.
7. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия. - М.: МЕДпресс-информ, 2008.- 616с.

8. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. - 323 с.
9. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия. - М : ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 416 с.
10. Солдатенков А.Т., Колядина Н.Н., Шендрик И.В. Основы органической химии лекарственных веществ. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 191 с.
11. Биометаллоорганическая химия. ред.: Ж. Жауэн; пер. с англ. В. П. Дядченко, К. В. Зайцева; под ред. Е. Р. Милаевой. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 494 с.: ил.- Пер. изд.: Bioorganometallics : Biomolecules, Labeling, Medicine / ed. by G. Jaouen (Wiley-VCH).
12. Милаева Е.Р. Неорганическая медицинская химия. – М.: Издательский Дом МГУ, 2020. 224 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Бабков А.В., Нестерова О.В., Попков В.А. Химия в медицине. Учебник для вузов. – ЮРАЙТ, 2017. - 404 с.
2. Авдеева Л.В., Андрианова Л.Е., Алейникова Т.Л. ред.: Северин Е.С. ГЭОТАР-Медиа, 2021 г. 768 с.
3. Corey E. J., Kürti L., Czako B. Molecules and Medicine. New York: Wiley, 2007. – 272 p.
4. Бертини И. Биологическая неорганическая химия: структура и реакционная способность: в 2 т. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний.2013.
5. Граник В.Г. Основы медицинской химии. М.: Вузовская книга, 2001. – 384 с.
6. The Practice of Medicinal Chemistry. 3rd Edition. Ed. Wermuth C. London: Academic Press, 2008. – 941 p.
7. Wallace T. Drug Discovery https://www.stereolectronics.org/webDD/DD_home.html

7.3. Электронные ресурсы

- Электронная платформа издательства American Chemical Society - <http://www.pubs.acs.org>
- <https://pubs.acs.org/journal/jmcmar> - Journal of Medicinal Chemistry
- Электронная платформа издательства Taylor&Francis - <http://www.informaworld.com>
- Электронная платформа издательства - [http:// www.scitation.aip.org](http://www.scitation.aip.org)
- Электронная платформа издательства Royal Society of Chemistry - <http://www.rsc.org>
- Электронная платформа издательства WILEY-BLACWALL - <http://www.interscience.wiley.com>
- Электронная платформа издательства SPRINGER - <http://www.springerlink.com>
- Платформа научной электронной библиотеки e-Library.ru - <http://www.elibrary.ru>

- CAS SciFinder <https://www.cas.org/products/scifinder>
- Электронная платформа издательства Elsevier - <http://www.sciencedirect.com>
- Potential Drug Target Database <http://www.dddc.ac.cn/pdtd/>

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторные занятия, самостоятельная работа по освоению дисциплины и подготовка к сдаче зачета и кандидатского экзамена проводятся в специальных помещениях (читальный зал научной библиотеки, лабораторные комнаты), оборудованных мебелью (столы, стулья), компьютерами с доступом к сети Интернет, демонстрационным оборудованием.