

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ В.О. Никифоров
«__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Химия биологических систем

Группа научной специальности: 1.5. Биологические науки

Научная специальность: Все специальности

Форма обучения: Очная

Санкт-Петербург
2022 г.

Рабочая программа составлена на основании Требований к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»:

Код и наименование группы научной специальности	Реквизиты приказа об утверждении Требований Университета ИТМО
1.5. Биологические науки	Приказ ректора №325-од от 31.03.2022 Решение Научно-Технического совета №12 от 28.03.2022

Программу разработал: Кошель Е.И., к.б.н.

Программа одобрена на заседании НТС Университета ИТМО протокол №12 от 28.03.2022 года.

Место дисциплины в структуре учебного плана:

Блок 2, Образовательный компонент

Форма обучения: очная

Год обучения: 2

Семестр: 3

Форма аттестации: экзамен

Вид деятельности	Семестр
	3
Занятий в контактной форме, час.	20
из них лекции, час.	8
из них научно-практических занятий, час.	8
из них промежуточной аттестации (включая консультации), час.	4
Самостоятельная работа, час.	124
Всего часов	144
Всего зачетных единиц	4

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Химия биологических систем»

Дисциплина «Химия биологических систем» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научной специальности «Биологические науки» по очной форме обучения на русском языке.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации.

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Химия биологических систем» реализуется в третьем семестре в рамках Образовательного компонента Блока 2. Данная дисциплина создает системное научное знание в профессиональной области обучающегося, формирует знание современных направлений развития биологии, биохимии, пищевой химии, актуальное состояние развития биологических наук: геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики, методологические основы экспериментальных исследований в биохимии, необходимых для профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Химия биологических систем» направлена на формирование **компетенции УК-1:** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, **компетенции УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач, **компетенции УК-5:** способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, **компетенции ОПК-1:** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, **компетенции ОПК-2:** готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования *в части следующих результатов обучения:*

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	Уметь: У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты

	<p>которых обладают научной целостностью и новизной</p> <p>Владеть:</p> <p>В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;</p>
УК-3	<p>Владеть:</p> <p>В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке</p>
УК-5	<p>Уметь:</p> <p>У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности</p> <p>Владеть:</p> <p>В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач</p>
ОПК-1	<p>Уметь:</p> <p>У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований</p>
ОПК-2	<p>Знать:</p> <p>З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности</p>

Способы формирования планируемых результатов обучения

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Научно-практические занятия	Самостоятельная работа
УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях			
У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	+	+	+
В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования		+	+
УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач			
В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке		+	+

УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития			
У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	+	+	+
В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач		+	+
ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий			
У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	+	+	+
ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования			
З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	+		+

3. Структура и содержание дисциплины

Изучение курса «Химия биологических систем» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; научно-практические занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и научно-практическим занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на научно-практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

Структура дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Структура и свойства биомолекул	31	3	0	-	28	Собеседование, опрос, тестирование
2	Обмен веществ и энергии в живых системах	55	3	4		48	
3	Взаимосвязь и регуляция процессов метаболизма в организме	54	2	4	-	48	
3	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	-	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		144	8	8	-	124	

Содержание дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Ссылки на результаты обучения
1	Структура и свойства биомолекул	<p>1. Строение, классификация и физико-химические свойства протеиногенных аминокислот.</p> <p>2. Уровни структурной организации белковых молекул (первичная, вторичная, третичная структуры белков).</p> <p>3. Химические связи, стабилизирующие первичную, вторичную, третичную структуры белков</p> <p>4. Классификация, биологические функции и физико-химические свойства белков.</p>	<p>У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) З3 (ОПК-2)</p>

		5. Денатурация и ренатурация белков.	
		6. Классификация, номенклатура и механизм действия ферментов	
		7. Определение активности ферментов.	
		8. Водорастворимые витамины и их коферментные формы.	
		9. Жирорастворимые витамины.	
		10. Химический состав, строение и функции нуклеиновых кислот.	
		11. Углеводы животных и растительных клеток: строение и функции.	
		12. Липиды: классификация и общая характеристика.	
		13. Химические и физические константы жиров (жировые числа).	
		14. Фосфолипиды. Амфифильные свойства сложных липидов.	
		15. Стероиды. Холестерин.	
		16. Биологические мембраны: строение и свойства.	
		17. Механизмы мембранного транспорта.	
		18. Липосомы.	
2	Обмен веществ и энергии в живых системах	1. Биологическое окисление субстратов в биологических системах.	
		2. Компоненты и организация дыхательной цепи транспорта электронов.	
		3. Окислительное фосфорилирование: митохондрии как внутриклеточные энергетические центры.	
		4. Количественная оценка окислительного фосфорилирования.	
		5. Внутриклеточный обмен веществ — метаболизм.	

		6. Катаболизм и анаболизм.	
		7. Превращение углеводов в процессе пищеварения.	
		8. Анаэробный (гликолиз) и аэробный катаболизм углеводов.	
		9. Брожение: связь с гликолизом.	
		10. Окислительное декарбоксилирование пирувата.	
		11. Цикл трикарбоновых кислот.	
		12. Гликогенголиз: связь с гликолизом.	
		13. Переваривание и всасывание липидов пищи. Транспорт липидов: липопротеины плазмы крови.	
		14. Внутриклеточный обмен липидов: катаболизм триацилглицеролов и β -окисление жирных кислот.	
		15. Кетоновые тела: биосинтез и биологическая роль. Биосинтез липидов.	
		16. Переваривание и всасывание белков.	
		17. Катаболизм аминокислот: дезаминирование, трансаминирование, непрямое дезаминирование, декарбоксилирование.	
		18. Биосинтез заменимых аминокислот.	
		19. Биосинтез и распад гемоглобина.	
		20. Катаболизм пуринов и пиримидинов.	
		21. Биосинтез пуриновых и пиримидиновых рибонуклеотидов.	
		22. Биосинтез дезоксирибонуклеотидов.	
		23. Биосинтез белка: матричный синтез РНК (транскрипция).	
		24. Генетический код и трансляция.	
		25. Процессинг и транспорт	

		полипептидных цепей.	
3	Взаимосвязь и регуляция процессов метаболизма в организме	1. Общие принципы взаимосвязи метаболических путей.	
		2. Центральные пути метаболических превращений.	
		3. Основные аспекты регуляции метаболизма.	
		4. Общие принципы регуляции углеводного обмена.	
		5. Регуляция гликолиза и гликогенолиза.	
		6. Регуляция цикла трикарбоновых кислот.	
		7. Регуляция и нарушения липидного обмена.	
		8. Регуляция биосинтеза аминокислот.	
		9. Регуляция биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.	
		10. Нарушения обмена нуклеотидов.	
		11. Регуляция синтеза белка.	
		12. Взаимопревращение веществ в процессе метаболизма.	
		13. Гормоны: механизм действия.	

Виды учебной и самостоятельной работы

Виды учебной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы
На основе изучения литературы по темам лекционных и научно-практических занятий аспирант готовится к ответу на предложенные вопросы, к участию в дискуссиях, к тестированию по изученному материалу	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) З3 (ОПК-2)	20
Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение

Самостоятельная подготовка к лекционным и научно-практическим занятиям	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) З3 (ОПК-2)	124
Успешное освоение материала, изучаемого в ходе лекционных и научно-практических занятия, требует дополнительного самостоятельного изучения. По каждому разделу учебной дисциплины предусмотрено изучение теоретического материала с использованием компьютерных технологий; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.		

4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Химия биологических систем» осуществляется на лекциях и научно-практических занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и беседах по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; в форме тестирования оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Химия биологических систем» проводится в третьем семестре в форме экзамена. Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием с преподавателем.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины размещено на образовательном портале Университета ИТМО.

Профессиональные базы данных, интернет-ресурсы, электронные библиотеки и информационные справочные системы:

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://e.lanbook.com/	ЭБС на платформе «Лань». Учебники и учебные пособия для университетов издательства «Лань»	Индивидуальный неограниченный доступ
2.	http://elibrary.ru/default_x.asp	Научная электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
3.	http://www.public.ru/	Публичная Интернет-библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ

4.	http://www.elbib.ru/	Российская электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
5.	http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm	Электронная библиотека НИУ ИТМО	Индивидуальный неограниченный доступ
6.	http://www.sci-lib.com/	Наука, новости науки и техники	Индивидуальный неограниченный доступ
7.	http://biomolecula.ru/	Биомолекула. Взгляд изнутри	Индивидуальный неограниченный доступ
8.	http://www.edu.ru/	Российское образование. Федеральный портал	Индивидуальный неограниченный доступ
9.	http://vsegost.com/	Библиотека ГОСТов	Индивидуальный неограниченный доступ
10.	http://mppnik.ru/	Информационный портал «Пищевик»	Индивидуальный неограниченный доступ
11.	http://humbio.ru/humbio/biochem/000b6185.htm	База знаний по биологии человека	Индивидуальный неограниченный доступ

Основная литература:

1. Алферова, Г. А. Генетика : учебник для вузов / Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова ; под редакцией Г. А. Алферовой. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 200 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07420-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490670> (дата обращения: 19.08.2022).
2. Биология : учебник и практикум для вузов / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 378 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07129-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488674> (дата обращения: 09.09.2022).
3. Борисова, Т. Н. Медицинская генетика : учебное пособие для вузов / Т. Н. Борисова, Г. И. Чуваков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 159 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07338-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490829> (дата обращения: 19.08.2022).
4. Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева ; под редакцией С. И. Щукина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва :

- Издательство Юрайт, 2022. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07505-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489993> (дата обращения: 19.08.2022).
5. Ершов, Ю. А. Биохимия человека : учебник для вузов / Ю. А. Ершов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 466 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07769-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490241> (дата обращения: 19.08.2022).
 6. Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496710> (дата обращения: 19.08.2022).
 7. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник для вузов / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00029-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488615> (дата обращения: 19.08.2022).

Дополнительная литература:

1. Драгавцев В. А. Уроки эволюции генетики растений //Биосфера. – 2012. – Т. 4. – №. 3. – С. 251-262. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroki-evolyutsii-genetiki-rasteniy> (дата обращения: 09.09.2022).
2. Ершов, Ю. А. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 1. Количественное описание биообъектов : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, С. И. Шукин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08352-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490358> (дата обращения: 19.08.2022).
3. Жимулёв И. Ф. Общая и молекулярная генетика //Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. – 2007. – URL: <http://www.vir.nw.ru/wp-content/uploads/2018/09/GLAVA1.pdf> (дата обращения: 09.09.2022).
4. Зиновьева Н. А. и др. Современные методы генетического контроля селекционных процессов и сертификация племенного материала в животноводстве: Учеб. пособие //М.: РУДН. – 2008. – URL: <https://repository.rudn.ru/ru/records/manual/downloadfile/df579254-c9a7-e911-80c8-30e1715d1da7/> (дата обращения: 09.09.2022).
5. Капилевич Л. В. и др. Спортивная биохимия с основами спортивной фармакологии : учебное пособие для вузов / Л. В. Капилевич, Е. Ю. Дьякова, Е. В. Кошельская, В. И. Андреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 151 с. — (Высшее образование). Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х томах / пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – Т. 1-3— ISBN 978-5-534-11890-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490430> (дата обращения: 19.08.2022).
6. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебное пособие для вузов / А. Ю. Винаров [и др.] ; под редакцией В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 274 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10765-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493206> (дата обращения: 09.09.2022).

7. Щукин, С. И. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 2. Анализ и синтез систем : учебник для вузов / С. И. Щукин, Ю. А. Ершов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08355-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491835> (дата обращения: 19.08.2022).

Средства, обеспечивающие адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья:

- 1) Доступ к изданиям электронно-библиотечной системы «Издательство «Лань» (<https://e.lanbook.com>), в адаптированных форматах для лиц с инвалидностью и ОВЗ.
- 2) Специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для лиц с инвалидностью и ОВЗ:
 - а) В библиотеке по адресам Кронверкский пр., д.49 и ул. Ломоносова, д.9 обучающимся, имеющим нарушения зрения, предоставляется компьютерное место с клавиатурой, маркированной шрифтом Брайля, и увеличительные лупы нового поколения с подсветкой и семикратным увеличением (лупы настольные с подсветкой PowerLux).
- 3) Услуги по адаптации учебно-методического материала для лиц с инвалидностью и ОВЗ:
 - а) обучающиеся с нарушениями зрения по запросу могут получить специальную учебную, научную литературу и периодические издания на основании действующего договора о сотрудничестве между Университетом ИТМО и Государственной библиотекой для слепых и слабовидящих; для обучающихся с нарушениями зрения учебные материалы могут быть предложены на шрифте Брайля.
 - б) обучающимся с нарушениями слуха по запросу предоставляются услуги сурдопереводчика на основании договора между Университетом ИТМО и «Всероссийским обществом глухих» (СПб РО ОООИ ВОГ).

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Программное обеспечение:

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Занятия лекционного типа:		
мультимедийный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Microsoft Windows (версии от “Windows XP” до “Windows 10”)
Занятия практического типа:		
мультимедийный класс,	аудитория, оснащенная	Операционная система

компьютерный класс	презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Microsoft Windows (версии от “Windows XP” до “Windows 10”)
Самостоятельная работа:		
компьютерный класс	15 персональных компьютеров в составе локальной вычислительной сети, подключенной к Internet (30 Мбит/с).	Операционная система Microsoft Windows (версии от “Windows XP” до “Windows 10”)

7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности по химии биологических систем	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по химии биологических систем для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области	Требования к порядку проведения собеседования

Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по модулю

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Не сформировано	Сформировано
УК-1	У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Отсутствие умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Сформированные умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной
	В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Сформированные навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования
УК-3	В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Отсутствие владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Сформированные владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Отсутствие умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Сформированные умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности
	В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Отсутствие владений приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Сформированные владения приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Отсутствие умений планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Сформированные умения планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Отсутствие знаний о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Сформированные знания о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

Требования к структуре и содержанию оценочных средств.

Требования к структуре и содержанию тестов

Тестирование проводится с применением тестов открытого и закрытого типа. Тест выполняется письменно. Время выполнения теста 8-15 минут.

Требования к порядку проведения экзамена в виде письменной работы

Экзамен проводится в форме письменной работы с последующим собеседованием. Письменная работа выполняется по билетам, в билете 2 вопроса. Время выполнения письменной работы 30 минут. Собеседование проводится преподавателем дисциплины по темам билета. Аспиранту могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изученного курса.

Критерии выставления оценки:

Знания, умения и навыки обучающихся при промежуточном контроле в форме экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» ставится аспиранту, который в ходе выполнения письменного экзаменационного задания и прохождения устного собеседования с преподавателем по вопросам экзаменационного билета демонстрирует незнание значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет задания и задачи по дисциплине.

Минимальная положительная оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем по вопросам экзаменационного билета, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует усвоение только основного материала, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении заданий по дисциплине.

Оценка «хорошо» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует твердое знание программного материала, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении заданий по дисциплине.

Оценка «отлично» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует глубокое и прочное усвоение всего программного материала, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Примерный список вопросов для текущего контроля:

ТЕСТЫ

Вариант 1

1. К какой группе липидов и их производных относится лецитин?
 - а) **фосфолипиды**
 - б) производные холестерина
 - в) стероиды
2. Подберите к утверждению «жирная кислота синтезируется из незаменимой жирной кислоты, поступающей с пищей» соответствующий буквенный ответ.
 - а) линолевая кислота
 - б) пальмитиновая кислота
 - в) **арахидоновая кислота**
3. Какую функцию в организме выполняет витамин E?
 - а) структурный компонент мембран
 - б) **антиоксидант**
 - в) регуляторы тонуса гладкой мускулатуры
4. Объясните суть эмульгирования жиров.
5. Активатором какого профермента является энтеропептидаза?
 - а) пепсиноген
 - б) **трипсиноген**
 - в) химотрипсиноген
6. Объясните, почему у больных сахарным диабетом медленно заживают операционные и другие раны.
7. Подберите к реакции орнитинового цикла «орнитин + карбамоилфосфат \square ?» недостающий компонент.
 - а) **цитруллин**
 - б) фумарат
 - в) аргинин
8. Если заингибировать лактатдегидрогеназную реакцию как это отразится на скорости гликолиза в целом?
9. Укажите второе название углевода «глюкозо(α 1-2)-фруктоза»
 - а) фрагмент крахмала

- б) мальтоза
- в) **сахароза**

10. В опыте на гомогенатах мышечной ткани изучали гликолиз. Как изменится скорость анаэробного распада глюкозы в этом опыте при добавлении в инкубационную смесь высоких концентраций Ацетил-КоА?

- а) увеличится
- б) **уменьшится**
- в) не изменится

11. Расскажите механизм действия адреналина на процесс мобилизации триацилглицеринов в жировой ткани.

12. Напишите нуклеотидную последовательность участка второй цепи двухцепочной ДНК, если первая имеет последовательность: 5'АТГГЦ ТГЦГЦААТТТЦЗ'

13. Какая номенклатура предусматривает указание в названии фермента только название субстрата с окончанием аза?

- а) исторически сложившиеся названия
- б) **тривиальная номенклатура**
- в) рациональная (рабочая) номенклатура
- г) систематическая номенклатура

14. Какой фактор НЕ ОКАЗЫВАЕТ влияния на активность фермента?

- а) **изменение давления**
- б) изменение рН среды
- в) воздействие ингибиторов

15. Содержание катионов кальция и анионов фосфорной кислоты в крови регулирует:

- а) **паратгормон**
- б) инсулин
- в) альдостерон

Вариант 2

1. К какой группе липидов и их производных относятся простагландины?

- а) производные холестерина
- б) **производные арахидоновой кислоты**

- в) стероиды
2. Подберите к утверждению «жирная кислота не синтезируется в организме и должна поступать с пищей» соответствующий буквенный ответ.
- а) **линолевая кислота**
- б) пальмитиновая кислота
- в) олеиновая кислота
3. Какую функцию в организме выполняют жирные кислоты?
- а) **источники энергии, структурные компоненты других липидов**
- б) запасная форма источника энергии
- в) эмульгатор
4. Какое происхождение имеют триацилглицерины, транспортирующиеся хиломикронами?
5. Активатором какого профермента является трипсин?
- а) пепсиноген
- б) трипсиноген
- в) **химотрипсиноген**
6. При каком наследственном заболевании аминокислотного обмена пеленки детей окрашиваются в черный цвет? Что является причиной этого нарушения?
7. Подберите к реакции «аргинин + мочеви́на = ?» недостающий компонент.
- а) цитруллин
- б) фумарат
- в) **орнитин**
8. Что такое цикл Кори и какова его физиологическая роль?
9. Укажите второе название углевода «(глюкозо(β 1-4)-глюкоза)_n»
- а) **целлюлоза**
- б) мальтоза
- в) сахароза
10. В опыте на гомогенатах мышечной ткани изучали гликолиз. Как изменится скорость анаэробного распада глюкозы в этом опыте при добавлении в инкубационную смесь высоких концентраций АДФ?

- а) **увеличится**
- б) уменьшится
- в) не изменится

11. Расскажите о механизме действия глюкагона на процесс мобилизации триацилглицеринов в жировой ткани.

12. Напишите нуклеотидную последовательность участка второй цепи двухцепочной ДНК, если первая имеет последовательность: 5'АТГЦЦГТААТГЦЦАТТЦЗ'

13. По какой номенклатуре присвоено название ферменту, если оно не содержит ни названия субстрата, ни типа катализируемой реакции?

- а) **исторически сложившиеся названия**
- б) тривиальная номенклатура
- г) систематическая номенклатура

14. Какой фактор НЕ ОКАЗЫВАЕТ влияния на активность фермента?

- а) изменение температуры
- б) изменение рН среды
- в) **изменение плотности среды**

15. Гормоном, регулирующим водный баланс и осмотическое давление плазмы крови, а также стимулирующим сокращение гладких мышц сосудов, является:

- а) **вазопрессин**
- б) окситоцин
- в) гастрин

Вариант 3

1. К какой группе липидов и их производных относится витамин D₃?

- а) **производные холестерина**
- б) воска
- в) стероиды

2. Подберите к утверждению «жирная кислота синтезируются в организме человека из ацетил-КоА» соответствующий буквенный ответ.

- а) линолевая кислота
- б) **пальмитиновая кислота**
- в) олеиновая кислота

3. Какую функцию в организме выполняют сфингомиелины?

а) структурный компонент мембран

б) антигеморрагический фактор

в) эмульгатор

4. Какова роль инсулина в синтезе и каталитической активности липопротеиновой липазы?

5. Активатором какого профермента является соляная кислота?

а) пепсиноген

б) трипсиноген

в) прокарибксипептидаза

6. Альбиносы, люди с очень бледной кожей и белыми волосами, плохо переносят воздействие солнца, загар у них не образуется, а появляются ожоги. Какое нарушение метаболизма лежит в основе этого явления?

7. Подберите к реакции орнитинового цикла «? + аспартат \square аргининосукцинат» недостающий компонент.

а) цитруллин

б) орнитин

в) сукцинат

8. Почему в желудке прекращается действие амилазы слюны?

9. Укажите второе название углевода «глюкозо(α 1-6)-глюкоза»

а) лактоза

б) мальтоза

в) фрагмент гликогена

10. В опыте на гомогенатах мышечной ткани изучали гликолиз. Как изменится скорость анаэробного распада глюкозы в этом опыте при добавлении в инкубационную смесь высоких концентраций цитрата?

а) увеличится

б) уменьшится

в) не изменится

11. Расскажите о механизме действия инсулина на процесс мобилизации триацилглицеринов в жировой ткани.

12. Напишите нуклеотидную последовательность участка ДНК, синтезируемого ДНК-полимеразой, на указанной ниже матрице ДНК 5'АГЦТТГЦААЦГТТГСАТТАГЗ'

13. Какая номенклатура предусматривает указание в названии фермента название субстрата и тип катализируемой реакции?

а) тривиальная номенклатура

б) рациональная (рабочая) номенклатура

в) систематическая номенклатура

14. Какой фактор НЕ ОКАЗЫВАЕТ влияния на активность фермента?
- а) изменение температуры
 - б) изменение степени освещенности**
 - в) воздействие ингибиторов
15. Гормон адреналин, представляющий собой катехоламин, стимулирует активность фермента:
- а) фосфатазы
 - б) аденилатциклазы**
 - в) гликогенсинтазы

Примерный список вопросов на экзамене:

1. Биохимия, ее характеристика как науки. Значение биохимии в системе естественных наук.
2. Методы разделения и очистки белков.
3. Первичная структура белка и методы ее установления. Природа пептидной связи.
4. Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи)
5. Вторичные структуры белков. Особенности строения мембрано-связанных белков. Структурные Фибриллярные белки. Коллаген.
6. Посттрансляционная модификация белков. Конформационная стабильность и подвижность белка.
7. Связь нативной структуры и биологической активности белков. Шапероны и прионы.
8. «Консервированные» и гомологичные последовательности аминокислот в белках. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов (миоглобин, гемоглобин)
9. Ферменты, их особенности как биокатализаторов, биологическая роль.
10. Химическая природа ферментов. Активные центры. Механизм ферментативного катализа.
11. Кинетика ферментативного катализа. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна.
12. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов.
13. Способы определения активности ферментов. Кофакторы.
14. Регулируемость ферментативного катализа. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с белком-ферментом. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе. Изоферменты.

15. Катализ и проницаемость мембран. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, и др.). Специфическая локализация ферментов в клетке.
16. Протеолитические ферменты и их специфичность. Современные представления о роли протеаз в регуляции активности ферментов.
17. Пути образования и распада аминокислот в организме. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
18. Переаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот.
19. α -Кетоислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. Аммиотелия, уреотелия и урикоотелия.
20. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотистых соединений. Стехиометрические уравнения образования мочевины. Конечные продукты и схемы распада пуриновых и пиримидиновых оснований.
21. Внутриклеточный протеолиз. Общие представления о синтезе заменимых аминокислот.
22. Активация аминокислот и синтез аминоацил-tРНК. Общие представления о синтезе белка рибосомами.
23. Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты.
24. Нуклеозидмоно-, ди-, трифосфаты. АТФ и ее функции.
25. ДНК и РНК. Их локализация в клетке. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Принцип комплементарности и его биологическая роль.
26. Специфичность нуклеиновых кислот. Распад и синтез нуклеиновых кислот. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.
27. Биосинтез белка. Его основные этапы. Активирование аминокислот. Транспортные РНК.
28. Хромосомы. Общее представление о структуре хроматина. Процесс транскрипции.
29. Информационная РНК и генетический код. Рибосомы и их структура. Рибосомальная РНК. Функционирование рибосом.
30. Посттрансляционные процессы формирования функционально активных белков, самоорганизация белковой глобулы, самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки. Генетическая инженерия.
31. Реакция антиген—антитело, методы ее регистрации. Синтез иммуноглобулинов, их гетерогенность.
32. Моноклональные антитела, их получение и практическое использование.
33. Углеводы и их биологическая роль. Структура и свойства моно- и полисахаридов. Конформационные формы углеводов.
34. Распад и биосинтез полисахаридов. Взаимопревращения углеводов. Трансферазные реакции.
35. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Различные виды брожений. Гликолитические ферменты.

36. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Гликонеогенез. Окислительные превращения глюкозо-6-фосфата (пентозный цикл) и их значение.
37. Цикл ди- и трикарбоновых кислот и его биологическое значение. Никотинамидные коферменты - источник восстановительных эквивалентов в клетке.
38. Липиды и их биологическая роль. Строение и свойства нейтральных жиров и фосфолипидов. Гликолипиды. Стероиды.
39. Превращение липидов и всасывание продуктов их распада в желудочно-кишечном тракте. Процессы окисления жирных кислот.
40. Биосинтез жирных кислот, нейтрального жира и фосфолипидов.
41. Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества.
42. Рибофлавин. Биотин. Тиамин. Пантотеновая кислота, кофермент А (CoA). Динуклеотиды (NAD, FAD).
43. Ретиноиды. Токоферол. Нафто- и убихиноны.
44. Образование АТФ и других макроэргических соединений в различных процессах распада углеводов, липидов и других соединений.
45. Терминальные процессы окисления. Коферменты - продукты окислительных реакций (NAD⁺/NADH; NADP⁺/NADPH; убихинон/убихинол). Оксидазы и механизмы активации кислорода.
46. Электрон-трансферные реакции и понятие о дыхательных цепях. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий.
47. Стехиометрические уравнения окисления NAD·H и убихинола кислородом. Эффективность сопряжения окислительного фосфорилирования.
48. Механизмы термогенеза. Дыхательные цепи митохондрий.
49. Цитохромы и цитохромоксидаза. Цепь переноса электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления к кислороду.
50. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Энергетический эффект гликолиза и дыхания.
51. Биологические мембраны. Липосомы как модель биологических мембран. Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов).
52. Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Специфичность фосфолипидного состава биологических мембран.
53. Периферические и интегральные белки мембран. Двумерная диффузия белков в мембранах. Асимметрия биологических мембран.
54. Топография белков и липидных компонентов мембран. Каналы, поры, переносчики и избирательная проницаемость биологических мембран.
55. . Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Рецепторы гормонов и G-белки.

56. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона.

57. Вторичные посредники передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca^{2+} , фосфатидилинозитол.