

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова  
Протокол № 4 от 29 мая 2014 г.

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): **Современные проблемы биохимии.**

Программа курса «Актуальные проблемы биохимии» предназначена для аспирантов, специализирующихся в области биохимии. Курс предназначен для углубления и расширения знаний аспирантов в области современных проблем биохимии и молекулярной биологии. В рамках курса рассматриваются современные тенденции в исследовании биохимических процессов в клетке.

2. Уровень высшего образования– подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки, направленность (профиль) 03.01.04 Биохимия

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина по выбору аспиранта во втором семестре первого года обучения.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	31 (УК-2) <b>Знать</b> методы научно-исследовательской деятельности
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую	У1 (ОПК-1) <b>Уметь</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные

деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	и расчетно-теоретические методы исследования
ПК-19 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 03.00.04 Биохимия	31 (ПК-19) <b>Знать</b> современные методы биохимии и молекулярной биологии
	У1 (ПК-19) <b>Уметь</b> использовать современные методы исследования биосистем при решении практических задач

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 76 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (48 часов занятия лекционного типа, 24 часа групповые и индивидуальные консультации, 4 часа - мероприятия промежуточной аттестации), 104 часа составляет самостоятельная работа учащегося.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Математический анализ», «Физика», «Физическая химия», "Органическая химия", а также спецкурсы, в котором излагались основы биохимии и молекулярной биологии.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Работа с оригинальной литературой, подготовка	<b>Всего</b>
Тема 1. Основные классы биомолекул. Метаболизм.	<b>26</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	6	<b>14</b>
Тема 2. Метаболизм углеводов, жирных кислот, аминокислот, азотистых оснований. Ключевые ферменты, регулирующие эти процессы.	<b>28</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	8	<b>16</b>
Тема 3. Нарушения метаболизма. Витамины. Фотосинтез. Цикл Кальвина.	<b>26</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	6	<b>14</b>
Тема 4. Витамины. Фотосинтез. Цикл Кальвина.	<b>28</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	8	<b>16</b>
Тема 5. Методы молекулярной биологии. Современные представления о механизмах репликации, транскрипции и трансляции.	<b>26</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	6	<b>14</b>
Тема 6. Гены и геномы. Эпигенетическое регулирование.	<b>28</b>	8		2	2		<b>12</b>	8	8	<b>16</b>
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	<b>18</b>					4	<b>4</b>			<b>14</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>48</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>76</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>104</b>

8. Образовательные технологии

Преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы.

10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### **Основная литература**

1. Р. Мари, Греннер Д., Мейес П., Родуэлл П. Биохимия человека, в 2-х т. М.: Мир, 1993.
2. Д. Мецлер. Биохимия, в 3-х т. М.: Мир, 1980.
3. Л. Страйер. Биохимия, в 3-х т. М.: Мир, 1985.
4. Д.Г. Кнорре, С.Д. Мызина. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1998.
5. Ю.Б. Филиппович. Основы биохимии. М.: Лань, Агар, Флинт, 1999.
6. Ч. Р. Кантор, П. Р. Шиммел, Биофизическая химия, тт. 2, 3. М., "Мир", 1985.
7. Д. Фрайфельдер. Физическая биохимия. М.: Мир, 1980.
8. Э. Корниш-Боуден. Основы ферментативной кинетики. М.: Мир, 1979.
- В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. М.: Изд-во НИИ биомедицинской химии РАМН, 2000 (разделы 1-5)

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): нет

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

д.х.н. проф. Гладилин А.К. [akgladilin@yahoo.com](mailto:akgladilin@yahoo.com)

д.х.н. проф. Савицкий А.П.

к.х.н. Левашов П.А.

## Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
2. Вопросы к зачету:
  1. Молекулярные особенности живых систем. Основные классы биологически активных соединений.
  2. Разнообразие и классификация живых организмов. Представление о строении про- и эукариотической клеток, локализация процессов, функции основных органелл.
  3. Физико-химические и кинетические закономерности процессов, протекающих в организмах. Энергетика живого. Уникальная роль АТФ. Другие высоко- и сверхвысокоэнергетические соединения.
  4. Биосфера и биологический круговорот веществ и энергии. Пищевые цепи. Автотрофы и гетеротрофы. Симбиоз. Прокариоты и эукариоты. Строение про- и эукариотической клетки. Функции органелл и цитоплазмы клетки.
  5. Химический состав живых систем. Основные классы биоорганических соединений. "Органический алфавит" жизни. Биологические функции воды. Основной (первичный) и вторичный метаболизм. Катаболизм и анаболизм. Основные пути регуляции биохимических процессов
  6. Энергетический обмен клетки. Макроэргические соединения. Природа макроэргической связи. АТФ и другие фосфорилированные соединения. Энергетический заряд клетки. Пути использования энергии, запасаемой в высокоэнергетических соединениях.
  7. Гликолиз и гликогенолиз. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы. Стадии и подстадии гликолиза. "Запускные" реакции и этапы запасания энергии. Субстратное фосфорилирование. Необратимые стадии гликолиза. "Кислородная задолженность". Пути вовлечения в гликолиз различных ди- и моносахаридов. Гликогенолиз. Регуляция гликолиза и гликогенолиза. Спиртовое и молочнокислое брожение.
  8. Пируватдегидрогеназный комплекс ферментов. Коферменты и кофакторы комплекса. Цикл лимонной кислоты. Регуляция окислительного декарбоксилирования пирувата и цикла лимонной кислоты. Анаэробные реакции. Глиоксилатный цикл и его функции. Вторичный катаболизм глюкозы. Биосинтез глюкуроновой кислоты и витамина С. Вторичный катаболизм глюкозы. Пентофосфатный путь и его физиологическая роль. Окислительный и неокислительный этапы пентофосфатного пути.

9. Электрон-транспортная цепь и окислительное фосфорилирование. Внутриклеточная локализация процессов гликолиза, цикла лимонной кислоты и электрон-транспортной системы. Структура митохондрий и челночные системы. Коллекторная функция NADH и FADH<sub>2</sub>. Четыре комплекса электрон-транспортной цепи. Флавиномононуклеотид. Хемосмотическая гипотеза и механизм создания градиента протонов. Q-цикл. Окислительное фосфорилирование. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
10. Окисление жирных кислот. Механизм активации и переноса жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий. Первая (β-окисление до ацетил-СоА) и вторая (до углекислого газа и воды) стадии окисления жирных кислот. Образование кетоновых тел в печени и их использование в мышцах. Особенности окисления ненасыщенных жирных кислот и жирных кислот с нечетным числом атомов, углерода. Функции биотина и коферментной формы витамина В<sub>12</sub>. Представление о α- и ω-окислении жирных кислот.
11. Биосинтез жирных кислот. Челночный механизм переноса ацетильных групп из матрикса митохондрий в цитозоль. Образование малонил-СоА. Согласованная регуляция окисления и биосинтеза жирных кислот.
12. Строение и механизм действия синтетазы жирных кислот. Стадии синтеза жирных кислот. Сходства и различия между окислением и синтезом жирных кислот. Синтез и гидролиз жиров и фосфолипидов. Образование ди- и триацилглицеридов. Реутилизация холина и синтез лецитина *de novo*. Представление об основных этапах синтеза стероидов.
13. Аминокислоты: строение и биологические функции. Понятие о заменимых и незаменимых аминокислотах. Взаимосвязь аминокислот с метаболитами гликолиза и цикла лимонной кислоты. Механизм реакции переаминирования. Перидоксальфосфат и перидоксаминфосфат. Глутаминаза и глутаминсинтетаза. Расщепление аминокислот. Токсичность аммиака и орнитинный цикл. Аммоний-, урео- и урикоптерические организмы. Глюкогенные и кетогенные аминокислоты. Пути распада и синтеза аминокислот, сходства и различия катаболических и анаболических путей. Роль тетрагидрофолиевой кислоты.
14. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пуриновых оснований, нуклеотидов и дезокси-нуклеотидов на их основе. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пиримидиновых оснований, нуклеотидов и дезокси-нуклеотидов на их основе.
15. Глюконеогенез. Превращение пирувата в фосфоенолпируват. Сходства и различия гликолиза и глюконеогенеза. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза. "Холостые циклы" в углеводном обмене и их роль. Синтез гликогена. Реципрокная регуляция гликоген-синтетазы и гликоген-фосфоорилазы.
16. Фотосинтез и фотосинтетическое фосфорилирование. Разнообразие фотосинтетиков и доноров водорода при фотосинтезе. Световая и темновая стадии фотосинтеза. Структура и назначение хлорофиллов и каротиноидов. Два типа фотохимических систем и

их взаимодействие. Z-схема и циклическое фосфорилирование. Электрон-транспортная система хлоропластов. Общее уравнение фотосинтеза. Фиксация двуокиси углерода. Представление о цикле Кальвина. C<sub>4</sub>-путь и его физиологическая роль. Фотодыхание.

17. Водорастворимые витамины (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С, липоевая кислота, биотин, фолиевая кислота). Водонерастворимые витамины (А, D, Е, К). Гормоны. Иерархия эндокринной системы, классификация гормонов по химическим свойствам и механизму действия.
18. Адреналин. Биосинтез из тирозина. Механизм действия. Физиологическая роль каскадного процесса.
19. Структура и функции нуклеиновых кислот. ДНК. РНК. Строение двойной спирали. В, А и Z формы ДНК. Геном. Особенности организации генома про- и эукариот. Хромосомы. Внехромосомная ДНК. Плазмиды. Теломерная ДНК и теломераза.
20. Репликация ДНК. Инициация. Механизм полуконсервативной репликации. Ферментативный аппарат репликации ДНК. ДНК-полимераза I и III *E. coli*. Понятие праймера. Фрагменты Оказаки. Топология репликации ДНК. Геликазы. Топоизомеразы I и II типа. Суперспирализация ДНК. Релаксация супервитков ДНК. Регуляция инициации репликации у про- и эукариот. Особенности репликационного комплекса эукариот. Механизм репликации по типу катящегося кольца (Rolling circle). Другие механизмы репликации. Механизмы, обеспечивающие точность репликации ДНК. 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Система коррекции ДНК.
21. Понятие гена. Открытая рамка считывания. Генетический код и его особенности. Последовательность Шайна-Дальгарно. Особенности строения генов эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг мРНК.
22. Генетические процессы транспорта ДНК между клетками. Трансмиссия (конъюгация), трансдукция и трансформация. Системы рестрикции и модификации ДНК. Специфическое метилирование ДНК. ДНК метилазы и их биологическое значение. Рекомбинация ДНК. Гомологичная, сайт-специфическая, транспозиция. Жизненный цикл фага лямбда. Транскрипция мРНК. РНК-полимераза *E. coli*. Промоторы и терминаторы транскрипции. Контроль экспрессии генов прокариот. Понятие оперона на примере организации лактозного оперона. Позитивная и негативная регуляция. Репрессоры и активаторы транскрипции.
23. Особенности регуляции экспрессии генов у эукариот. РНК-полимеразы I, II и III. Структура мРНК. Сплайсинг мРНК. Образование "кэп"-структуры и полиаденилированных 3'-концов. Особенности строения эукариотических промоторов. Значение транскрипционных активаторов для экспрессии генов. Генетическое понятие мутации. Химическая природа мутаций. Репарация ДНК (до- и пострепликационная).

24. Основные этапы биосинтеза белка. Транспортная РНК - трансляционный посредник. Строение, реакции с участием т-РНК. Структура и функция рибосомы. Особенности рибосом про- и эукариот. Этапы активации аминокислот и инициации синтеза белка. Этапы элонгации и терминации синтеза белка. Генетический код и его особенности. Генетическая инженерия бактерий. Понятие вектора. Клонирование ДНК. Ферменты, используемые в генной инженерии
25. Эпигенетическое регулирование.

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проводится по билетам, каждый из которых включает теоретические вопросы и практическое контрольное задание (ПКЗ). Уровень знаний аспиранта оценивается на «зачтено», «незачтено». Оценка «зачтено» выставляется, если по шкале оценивания учащийся демонстрирует знания умения и владения, соответствующие категориям 3, 4 и 5. В ходе зачета, проводимого в форме индивидуального собеседования, оценивается степень сформированности «знаниевой» компоненты компетенций УК-2 и ПК-1 (знание современного состояния науки в области методов исследования полупроводников). Частично сформированность умения выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования (ОПК-1) проверяется при выполнении ПКЗ, их оценка учитывается как одна из составляющих при выставлении зачета.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине Современные проблемы биохимии на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
31 (УК-2) <b>Знать</b> методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний в области методов исследования биокаталитических систем	Фрагментарные знания в области методов исследования биокаталитических систем	Неполные знания в области методов исследования биокаталитических систем	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области методов исследования биокаталитических систем	Сформированные и систематические знания в области методов исследования биокаталитических систем	Зачет в форме индивидуального собеседования
<i>У1 (ОПК-1)</i> <b>Уметь</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешное, но не систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	Успешное и систематическое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	письменное решение задач

	1	2	3	4	5	
<p>31 (ПК-19)  <b>Знать</b> современные методы биохимии и молекулярной биологии</p>	Отсутствие знаний о современном состоянии науки в области биохимии и молекулярной биологии	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области методов биохимии и молекулярной биологии	Неполные представления о современном состоянии науки в области методов биохимии и молекулярной биологии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии науки в области методов биохимии и молекулярной биологии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области методов биохимии и молекулярной биологии	Зачет в форме индивидуального собеседования
<p>У1 (ПК-19)  Уметь использовать современные методы биохимии и молекулярной биологии при решении практических задач</p>	Отсутствие умения выбирать методов биохимии и молекулярной биологии для решения конкретных научных задач	Интуитивный и не всегда верный выбор методов биохимии и молекулярной биологии	Допускает отдельные ошибки при выборе методов биохимии и молекулярной биологии	Выбирает правильные методы биохимии и молекулярной биологии, но затрудняется предложить научное обоснование своего выбора	Умеет правильно выбрать и обосновывать выбор тех или иных методов биохимии и молекулярной биологии	ПКЗ