

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,

Акад. РАН, профессор



/С.Н.Калмыков/

«30» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
направленной на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности

Биохимия

Biochemistry

Уровень высшего образования:

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Биохимия (104-01-00-154-хн)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемыми Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова (приказ №1216 от 24 ноября 2021 г.) и паспортом научной специальности **1.5.4 "Биохимия"(отрасль науки - химические)**

1. Краткая аннотация:

Название дисциплины – Биохимия (Biochemistry)

Цель изучения дисциплины – подготовка к сдаче экзамена кандидатского минимума по специальности 1.5.4. Биохимия, обучение квалифицированному владению современным подходом в решении задач, связанных с современными направлениями исследований в биохимии и молекулярной биологии.

Задачи обучения направлены на приобретение обучающимися следующих знаний и навыков: (1) знаний о современных подходах исследования в области биохимии; (2) умений применять экспериментальные и теоретические методы для обработки экспериментальных данных; (3) умений выбирать метод моделирования, адекватный поставленной задаче, заданным условиям и имеющимся вычислительным средствам, и интерпретировать результаты расчетов.

2. Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: **1.5.4** Биохимия, область науки: 1. Естественные науки

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры: Дисциплины (модули), направленные на подготовку к кандидатским экзаменам, может быть прослушан как факультативный.

5. *Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 62 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов- занятия лекционного типа, 24 часа – занятия семинарского типа, 6 часов групповые консультации, 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 46 часов – самостоятельная работа.*

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

На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. «Органическая химия»
2. «Биохимия»
3. «Физика»
4. «Физическая химия»
5. «Строение молекул»
6. «Молекулярная биология»
7. «Коллоидная химия»
8. «Химические основы биологических процессов»

7. 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	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
Блок 1. Основные классы биомолекул. Метаболизм. (п. 1, 3, 4, 6, 12 Паспорта специальности)	15	5	4				9	8		8
Блок 2. Метаболизм углеводов, жирных кислот, аминокислот, азотистых оснований. Ключевые ферменты, регулирующие эти процессы. (п. 10, 7, 8, 5, 12 Паспорта специальности)	15	5	4	2			11	5		5
Блок 3. Нарушения метаболизма. (п. 10, 7, 13, 14, 12 Паспорта специальности)	15	5	4				9	5		5

Блок 4. Витамины. Фотосинтез. Цикл Кальвина. (п. 2, 9, 4, 6 Паспорта специальности)	15	5	4	2			11	5		5
Блок 5. Методы молекулярной биологии. Современные представления о механизмах репликации, транскрипции и трансляции. (п. 11, 14, 15 Паспорта специальности)	17	5	4				9	5		5
Блок 6. Гены и геномы. Эпигенетическое регулирование. (п. 11 Паспорта специальности)	15	5	4	2			11	4		4
Промежуточная аттестация <u>зачёт</u>	16					2	2	14		14
Итого	108	30	24	6		2	62	46		46

Содержание блоков

Блок 1. Основные классы биомолекул. Метаболизм.

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.
 1. Физико-химические и кинетические закономерности процессов, протекающих в организмах. Энергетика живого. Уникальная роль АТФ. Другие высоко- и сверхвысокоэнергетические соединения.
 2. 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.
 3. 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
 4. Энергетический обмен клетки. Макроэргические соединения. Природа макроэргической связи. АТФ и другие фосфорилированные соединения. Энергетический заряд клетки. Пути использования энергии, запасаемой в высокоэнергетических соединениях.

Блок 2. Метаболизм углеводов, жирных кислот, аминокислот, азотистых оснований. Ключевые ферменты, регулирующие эти процессы.

1. Гликолиз и гликогенолиз. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы. Стадии и подстадии гликолиза. "Запускные" реакции и этапы запасаания 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.
2. 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 глюкокуроновой кислоты и витамина С. Вторичный катаболизм глюкозы. Пентофосфатный путь и его

физиологическая роль. Окислительный и неокислительный этапы пентофосфатного пути.

3. 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 FADH₂. Четыре комплекса электрон-транспортной цепи. Флавинмоноклеотид. Хемосмотическая гипотеза и механизм создания градиента протонов. Q-цикл. Окислительное фосфорилирование. Структура и механизм действия АТФ-синтазы.

4. Окисление жирных кислот. Механизм активации и переноса жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий. Первая (β - окисление до ацетил-СoА) и вторая (до углекислого газа и воды) стадии окисления жирных кислот. Образование кетонных 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 В₁₂. Представление о α - и ω -окислении жирных кислот.

5. Биосинтез жирных кислот. Челночный механизм переноса ацетильных групп из матрикса митохондрий в цитозоль. Образование малонил-СoА. Согласованная регуляция окисления и биосинтеза жирных кислот.

6. Строение и механизм действия синтазы 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.

7. 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 глутаминсинтаза. Расщепление аминокислот. Токсичность аммиака и орнитинный цикл. Аммоний-, урео- и урикогелические организмы. Глюкогенные и кетогенные аминокислоты. Пути распада и синтеза аминокислот, сходства и различия катаболических и анаболических путей. Роль тетрагидрофолиевой кислоты.

8. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пуриновых оснований, нуклеотидов и дезоксинуклеотидов на их основе. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пиримидиновых оснований, нуклеотидов и дезоксинуклеотидов на их основе.

9. 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-синтазы и гликоген-фосфоорилазы.

Блок 3. Нарушения метаболизма.

1. Нарушения обмена углеводов
2. Нарушения липидного обмена
3. Нарушения обмена и транспорта холестерина. Атеросклероз.
4. Нарушения обмена простых белков

Блок 4. Витамины. Фотосинтез. Цикл Кальвина.

1. 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. С₄-путь и его физиологическая роль. Фотодыхание.

2. Водорастворимые витамины (В1, В2, В3, В5, В6, В12, С, липоевая кислота, биотин, фолиевая кислота). Водонерастворимые витаминные (А, D, Е, К). Гормоны. Иерархия эндокринной системы, классификация гормонов по химическим свойствам и механизму действия.

Блок 5. Методы молекулярной биологии. Современные представления о механизмах репликации, транскрипции и трансляции.

1. 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.

2. 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.

3. Понятие гена. Открытая рамка считывания. Генетический код и его особенности. Последовательность Шайна-Дальгарно. Особенности строения генов эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг мРНК.

4. 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.

Блок 6. Гены и геномы. Эпигенетическое регулирование.

1. 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).

2. 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 терминирования синтеза белка. Генетический код и его особенности. Генетическая инженерия бактерий. Понятие вектора. Клонирование ДНК. Ферменты, используемые в генной инженерии

3. Эпигенетическое регулирование.

8. Образовательные технологии.

Проводятся традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций.

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

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень заданий для самостоятельной работы. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

10. Ресурсное обеспечение:

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.
9. В. Эллиот, Д. Эллиот. Биохимия и молекулярная биология. М.: Изд-во НИИ биомедицинской химии РАМН, 2000 (разделы 1-5)

Дополнительная литература:

— периодическая научная литература (Biochemistry, Plos One, Nature Biotechnology)

Материально-техническая база:

— ноутбук, мультимедийный проектор, демонстрационная доска.

10. Язык преподавания – русский

11. Преподаватели:

д.х.н. проф. Гладиллин А.К. akgladilin@yahoo.com

д.х.н. проф. Савицкий А.П.

д.х.н. Левашов П.А

**Фонды оценочных средств,
необходимые для оценки результатов обучения**

Примеры вопросов для контроля текущей успеваемости:

1. Запишите реакцию образования цистатионина из L-гомоцистеина и L-серина под действием пиридоксальфосфат-содержащего фермента цистатионинсинтазы
2. Приведите название метаболического процесса транспорта аммиака, в котором задействована реакция трансаминирования L-аланина.

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.
 1. Физико-химические и кинетические закономерности процессов, протекающих в организмах. Энергетика живого. Уникальная роль АТФ. Другие высоко- и сверхвысокоэнергетические соединения.
 2. 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.
 3. 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
 4. Энергетический обмен клетки. Макроэргические соединения. Природа макроэргической связи. АТФ и другие фосфорилированные соединения. Энергетический заряд клетки. Пути использования энергии, запасаемой в высокоэнергетических соединениях.
 5. Гликолиз и гликогенолиз. Гликолиз - центральный путь катаболизма глюкозы. Стадии и подстадии гликолиза. "Запусковые" 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.
 6. 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.
 7. 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 FADH₂. Четыре комплекса электрон-транспортной цепи. Флавиномононуклеотид. Хемосмотическая гипотеза и механизм создания градиента протонов. Q-цикл. Окислительное фосфорилирование. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
 8. Окисление жирных кислот. Механизм активации и переноса жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий. Первая (α-окисление до ацетил- CoA) и вторая (до углекислого газа и воды) стадии окисления жирных кислот. Образование кетонных 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 B₁₂. Представление о α- и ω-окислении жирных кислот.
 9. Биосинтез жирных кислот. Челночный механизм переноса ацетильных групп из матрикса митохондрий в цитозоль. Образование малонил-CoA. Согласованная регуляция

окисления и биосинтеза жирных кислот.

10. 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.

11. 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 орнитиновый цикл. Аммоний-, урео- и урикогелические организмы. Глюкогенные и кетогенные аминокислоты. Пути распада и синтеза аминокислот, сходства и различия катаболических и анаболических путей. Роль тетрагидрофолиевой кислоты.

12. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пуриновых оснований, нуклеотидов и дезоксинуклеотидов на их основе. Строение и биологические функции азотистых оснований. Катаболизм и анаболизм пиримидиновых оснований, нуклеотидов и дезоксинуклеотидов на их основе.

13. 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-фосфорилазы.

14. 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. C4-путь и его физиологическая роль. Фотодыхание.

15. Водорастворимые витамины (B1, B2, B3, B5, B6, B12, C, липоевая кислота, биотин, фолиевая кислота). Водонерастворимые витамины (A, D, E, K). Гормоны. Иерархия эндокринной системы, классификация гормонов по химическим свойствам и механизму действия.

16. Адреналин. Биосинтез из тирозина. Механизм действия. Физиологическая роль каскадного процесса.

17. Структура и функции нуклеиновых кислот. ДНК. РНК. Строение двойной спирали. B, A и Z формы ДНК. Геном. Особенности организации генома про- и эукариот. Хромосомы. Внехромосомная ДНК. Плазмиды. Теломерная ДНК и теломераза.

18. 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.

19. Понятие гена. Открытая рамка считывания. Генетический код и его особенности. Последовательность Шайна-Дальгарно. Особенности строения генов эукариот. Экзоны и интроны. Сплайсинг мРНК.

20. 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.

21. 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).

22. 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 терминирования синтеза белка. Генетический код и его особенности. Генетическая инженерия бактерий. Понятие вектора. Клонирование ДНК. Ферменты, используемые в генной инженерии

23. Эпигенетическое регулирование.

Методические материалы

для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проходит по билетам, каждый из которых включает три теоретических вопроса. Уровень знаний аспиранта оценивается по каждому вопросу на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка Результат	Незачёт (2)	Зачёт (3)	Зачёт (4)	Зачёт (5)
Знания	Отсутствие базовых знаний о современных проблемах биохимии	Общие, неглубокие знания современных проблемах биохимии	Общие, но не структурированные знания о современных проблемах биохимии	Сформированные систематические знания о современных проблемах биохимии
Умения	Отсутствие умения применять знания о современных проблемах биохимии	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания о современных проблемах биохимии для решения научных задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания о современных проблемах биохимии для решения научных задач (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение применять знания о современных проблемах биохимии
Навыки (владения)	Отсутствие навыков применения аппарата современной биохимии	Наличие навыков применения аппарата современной биохимии, не всегда верно используемых	В целом, сформированные навыки применения аппарата современной биохимии, но не в активной форме	Сформированные навыки применения аппарата современной Биохимии при решении научных задач