

ФАНО России  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
**Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр  
Российской академии наук»**  
(КарНЦ РАН)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Врио председателя КарНЦ РАН  
член-корр. РАН

\_\_\_\_\_ О.Н. Бахмет

\_\_\_\_\_ 2018 г.



## **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА**

в аспирантуру по направлению подготовки  
**06.06.01 Биологические науки,**  
профиль обучения «Биохимия»

Принято Ученым советом КарНЦ РАН от «25» мая 2018 г., протокол № 07.

г. Петрозаводск

## Пояснительная записка

Программа вступительного экзамена по специальной дисциплине «Биохимия» разработана на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры)<sup>1</sup> и Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400 Биология (квалификация (степень) «магистр»)<sup>2</sup>.

## Содержание

### Введение

Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Молекулярная биология. Физико-химическая биология. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Биотехнология. Краткая история биохимии.

Биохимические основы важнейших биологических явлений. Обмен веществ как важнейшая особенность живой материи. Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

### Белки

Биологическая роль белков: значение в построении живой материи и в процессах жизнедеятельности. Аминокислоты, их физико-химические свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Способы связи аминокислот в белке. Пептидные, дисульфидные, ионные, гидрофобные и водородные связи. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Альфа-спираль и бета-структура. Домены в структуре белка, их функциональная роль. Методы изучения структуры белков. Физико-химические свойства белков. Методы оценки размеров и формы белковых молекул. Денатурация белков. Принципы классификации белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Классификация белков по третичной структуре. Простые и сложные белки. Функциональная классификация белков. Методы выделения белков. Выделение индивидуальных белков. Структура и свойства некоторых пептидов и белков.

### Ферменты

Сущность явлений катализа. Скорость химических реакций. Особенности ферментативного катализа. Термодинамические и кинетические характеристики ферментативного катализа. Классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Активный и аллостерический центры. Коферменты, простетические группы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.

Основные представления о кинетике ферментативных процессов. Специфичность действия ферментов. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы

---

<sup>1</sup> Приказ Минобрнауки России от 23.09.2015 № 1052 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры)"

<sup>2</sup> Приказ Минобрнауки РФ от 04.02.2010 № 100 (ред. от 31.05.2011) "Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 020400 Биология (квалификация (степень) "магистр")"

(температуры, концентрации водородных ионов и др.). Влияние ингибиторов на ферментативную активность. Антибиотики. Множественные формы ферментов.

Изоферменты. Общие представления о механизме ферментативного катализа. Принципы регуляции ферментативных процессов в клетке и регуляция метаболизма. Локализация ферментов в клетке.

### Нуклеиновые кислоты

Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеродные компоненты. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Структура ДНК. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Физико-химические свойства ДНК. Нуклеотидный состав, коэффициент специфичности ДНК у разных организмов. Принцип комплементарности и его биологическая роль. Репликация ДНК. Рибонуклеиновые кислоты (РНК). Структура, свойства и функции основных классов РНК - информационных, рибосомальных, транспортных. Матричный синтез РНК - транскрипция и посттранскрипционные превращения РНК. РНК - вещество наследственности некоторых вирусов. Обратная транскрипция.

Нуклеазы и другие ферменты в распаде, синтезе и функционировании нуклеиновых кислот. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.

### Биосинтез белка

Его основные этапы. Активация аминокислот. Образование аминоацил - тРНК. Генетический код, его характеристика. Функции информационных РНК в синтезе белка. Рибосомы, их строение и функции в синтезе белка. Полисомы. Процесс трансляции на рибосомах. Посттрансляционные превращения белков. Самоорганизация белковой глобулы. Самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки.

Организация генома у прокариот и эукариот. Функциональное значение отдельных участков ДНК. Промотор. Регуляторные и структурные гены. Хроматин. Регуляция биосинтеза белка. Генная инженерия.

### Обмен белков

Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Ограниченный протеолиз. Пути образования и распада аминокислот в организме. Переаминирование, его механизм, биологическое значение. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Транспорт аммиака. Восстановительное аминирование. Амиды и их физиологическое значение. Особенности обмена отдельных аминокислот и их роль в образовании ряда важнейших биологически активных веществ. Биосинтез мочевины. Азотистые небелковые вещества, их синтез, распад и биологическая роль.

Нарушения структуры и обмена белков. Наследственные заболевания. Алкалоиды, их роль у растений и значение в медицине.

### Углеводы

Углеводы и их биологическая роль, классификация и номенклатура. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов и полисахаридов. Гликопротеины и гликолипиды. Нейраминавая и ацетилмурамовая кислоты. Гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты. Гепарин. Превращение углеводов в пищеварительном тракте. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение. Биосинтез полисахаридов. Метаболизм гликогена и его регуляция. Гликозилтрансферазные реакции. Гликонеогенез. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена. Прямое окисление

глюкозо-6-фосфата. Пентозофосфатный путь обмена углеводов, его биологическая роль. Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат. Хлорофилл.

### Биоэнергетика

Метаболические пути и обмен энергией. Круговорот углерода и азота. Катаболизм и анаболизм. Катаболические, анаболические и амфиболические пути. Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты. Аденозинтрифосфат (АТФ). Креатинфосфат и аргининфосфат. Пути образования АТФ и других макроэргических соединений. Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Цепь переноса водорода и электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления к кислороду. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Убихинон. Цитохромы и цитохромоксидаза. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Митохондрии, структура и энергетические функции. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасаания энергии.

### Липиды и их биологическая роль

Классификация и номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, цереброзидов, стероидов.

Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Простагландины. Ферментативный распад и синтез триглицеридов и липидов. Окисление жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот.

Витамины и их биологическая роль. Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Водорастворимые витамины. Жирорастворимые витамины.

### Биологические мембраны и их функции

Строение мембран и роль липидов, белков и углеводсодержащих соединений в их организации. Модифицирующее и повреждающее действие спиртов на биологические мембраны.

### Принципы регуляции обмена веществ в клетке

Химическая природа и физиологическая роль важнейших гормонов. Их роль в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Механизм действия стероидных и белковых гормонов. Функции циклических нуклеотидов (3,5-цАМР и 3,5-цГМР) в регуляторных реакциях. Понятие о структуре и функциях нейромедиаторов. Нейропептиды. Связь между обменом белков, углеводов и липидов. Обмен веществ как единая система процессов.

## **Перечень экзаменационных вопросов**

1. Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Молекулярная биология. Физико-химическая биология. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Биотехнология. Краткая история биохимии.
2. Биохимические основы важнейших биологических явлений. Обмен веществ как важнейшая особенность живой материи. Структура клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

3. Биологическая роль белков: значение в построении живой материи и в процессах жизнедеятельности. Аминокислоты, их физико-химические свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Способы связи аминокислот в белке. Пептидные, дисульфидные, ионные, гидрофобные и водородные связи.
4. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Альфа-спираль и бета-структура. Домены в структуре белка, их функциональная роль.
5. Методы изучения структуры белков. Физико-химические свойства белков. Методы оценки размеров и формы белковых молекул. Денатурация белков.
6. Принципы классификации белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Классификация белков по третичной структуре. Простые и сложные белки. Функциональная классификация белков.
7. Методы выделения белков. Выделение индивидуальных белков. Структура и свойства некоторых пептидов и белков.
8. Сущность явлений катализа. Скорость химических реакций. Особенности ферментативного катализа. Термодинамические и кинетические характеристики ферментативного катализа.
9. Классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы.
10. Активный и аллостерический центры. Коферменты, простетические группы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.
11. Основные представления о кинетике ферментативных процессов. Специфичность действия ферментов.
12. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температуры, концентрации водородных ионов и др.). Влияние ингибиторов на ферментативную активность. Антибиотики.
13. Изоферменты. Общие представления о механизме ферментативного катализа. Принципы регуляции ферментативных процессов в клетке и регуляция метаболизма.
14. Локализация ферментов и ферментных систем в клетке.
15. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты. Нуклеозиды. Нуклеотиды.
16. Дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Структура ДНК. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Физико-химические свойства ДНК. Нуклеотидный состав, коэффициент специфичности ДНК у разных организмов. Принцип комплементарности и его биологическая роль.
17. Репликация ДНК. Рибонуклеиновые кислоты (РНК). Структура, свойства и функции основных классов РНК - информационных, рибосомальных, транспортных. Матричный синтез РНК - транскрипция и посттранскрипционные превращения РНК. РНК - вещество наследственности некоторых вирусов. Обратная транскрипция.
18. Нуклеазы и другие ферменты в распаде, синтезе и функционировании нуклеиновых кислот. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.
19. Основные этапы биосинтеза белка. Активация аминокислот. Образование аминоацил - тРНК. Генетический код, его характеристика. Функции информационных РНК в синтезе белка. Рибосомы, их строение и функции в синтезе белка. Полисомы. Процесс трансляции на рибосомах.
20. Посттрансляционные превращения белков. Самоорганизация белковой глобулы. Самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки.
21. Организация генома у прокариот и эукариот. Функциональное значение отдельных участков ДНК. Промотор. Регуляторные и структурные гены. Хроматин. Регуляция биосинтеза белка. Генная инженерия.

22. Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Ограниченный протеолиз. Пути образования и распада аминокислот в организме. Переаминирование, его механизм, биологическое значение.
23. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Транспорт аммиака. Восстановительное аминирование. Амиды и их физиологическое значение. Особенности обмена отдельных аминокислот и их роль в образовании ряда важнейших биологически активных веществ.
24. Биосинтез мочевины. Азотистые небелковые вещества, их синтез, распад и биологическая роль.
25. Нарушения структуры и обмена белков. Наследственные заболевания. Алкалоиды, их роль у растений и значение в медицине.
26. Биологическая роль углеводов, классификация и номенклатура. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов и полисахаридов.
27. Гликопротеины и гликолипиды. Нейраминовая и ацетилмурамовая кислоты. Гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты. Гепарин. Превращение углеводов в пищеварительном тракте.
28. Метаболические пути и обмен энергии. Круговорот углерода и азота. Катаболизм и анаболизм. Катаболические, анаболические и амфиболические пути.
29. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение.
30. Биосинтез полисахаридов. Метаболизм гликогена и его регуляция. Гликозилтрансферазные реакции.
31. Пентозофосфатный путь обмена углеводов, его биологическая роль.
32. Гликонеогенез. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс.
33. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.
34. Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат. Хлорофилл.
35. Глиоксилатный цикл и глиоксисомы.
36. Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты. Аденозинтрифосфат (АТФ). Креатинфосфат и аргининфосфат. Пути образования АТФ и других макроэргических соединений.
37. Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Цепь переноса водорода и электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления к кислороду. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Убихинон. Цитохромы и цитохромоксидаза.
38. Митохондрии, структура и энергетические функции. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасаения энергии. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи.
39. Классификация и номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, цереброзидов, стероидов.
40. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Простагландины. Ферментативный распад и синтез триглицеридов и липидов. Окисление жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтетазы жирных кислот.
41. Витамины и их биологическая роль. Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Водорастворимые витамины. Жирорастворимые витамины.

42. Строение мембран и роль липидов, белков и углеводсодержащих соединений в их организации. Модифицирующее и повреждающее действие спиртов на биологические мембраны.
43. Химическая природа и физиологическая роль важнейших гормонов. Их роль в регуляции обмена веществ и синтеза белков.
44. Механизм действия стероидных и белковых гормонов. Функции циклических нуклеотидов (3,5-цАМФ и 3,5-цГМФ) в регуляторных реакциях. Понятие о структуре и функциях нейромедиаторов.
45. Нейропептиды. Связь между обменом белков, углеводов и липидов. Обмен веществ как единая система процессов.

Результаты вступительного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка выставляется по следующим основаниям:

Оценка «отлично» – ответ построен логично, в соответствии с планом, показано максимально глубокое знание универсальных, общепрофессиональных и профессиональных вопросов, терминов, категорий, понятий, гипотез, концепций и теорий, установлены содержательные межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры, обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны содержательные выводы, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.

Оценка «хорошо» – ответ построен в соответствии с планом, представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование не достаточно полно. Установлены межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа и обобщения информации, ответ недостаточно подкреплён примерами. Выводы правильны, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.

Оценка «удовлетворительно» – ответ построен не достаточно логично, план ответа соблюдается непоследовательно, недостаточно раскрыты профессиональные знания. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументированы, не подкреплены примерами. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны выводы, продемонстрировано только знание основной литературы.

Оценка «неудовлетворительно» – ответ построен не логично, план ответа соблюдается непоследовательно, не раскрыты профессиональные знания и умения. Научное обоснование вопросов подменено рассуждениями дилетантского характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей и грубых ошибок. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделанные выводы поверхностны или неверны, не продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.

## Литература

Основная литература:

1. Берёзов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина. 2002.
2. Биохимия / Под ред. Е.С. Северина. М.: Геотар-мед, 2008.
3. Биохимия. Тесты и задачи: Учебное пособие / Под ред. Е.С. Северина. М.: ВЕДИ, 2005.
4. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир. 2000.
5. Коницев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. М.: Изд. центр «Академия», 2003.

6. Ленинджер А. Биохимия. М.: Мир, 1985. Т. 1-3.
7. Мецлер Д.. Биохимия. М.: Мир, 1980. – Т.1-3.
8. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах. М.: Мир, 1984.
9. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987
10. Спирин А.А. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М. Изд. Центр «Академия», 2009.
11. Уайт А. и др., Основы биохимии: в 3-х т. М.; Мир, 1981.
12. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999.
13. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. М.: МАИК «Наука / Интерпериодика», 2002.

Дополнительная литература:

1. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994. – Т. 1-3.
2. биологических процессов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011.
3. Болдырев А.А., Кяйвярайнен Е.И., В.А. Илюха. Биомембранология: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2006.
4. Высоцкая Р.У., Егорова А.А.. Биологический синтез белка: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр, 2011.
5. Высоцкая Р.У., Морозов Д.Н. Витамины, их роль в процессах жизнедеятельности организмов: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012.
6. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л.:Наука. 1981. – 339 с.
7. Лысенко Л.А., Немова Н.Н., Н.П. Канцерова. Протеолитическая регуляция, 2006.
8. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэл В.. Биохимия человека. М.: Мир, 1993. – Т.1-3
9. Немова Н.Н., Бондарева Л.А.. Протеолитические ферменты: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2004.
10. Ньюсхолм Э., Старт К. Регуляция метаболизма. Изд. «Мир», М, 1977.
11. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. Springer-Verlag, 1986.
12. Справочник биохимика / Доусон Р., Эллиот Д., Эллиот У, Джонс К.: Пер. с англ. М.: Мир, 1991.

### Методические материалы

Экзаменационные билеты.