

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ДГТУ)**

**Основы молекулярной биологии**

Методические указания для обучающихся заочной формы обучения

направления подготовки 19.03.01 Процессы и оборудование биотехнологии

г. Ростов-на-Дону

2024 г.

Молекулярная биология, наука, ставящая своей задачей познание природы явлений жизнедеятельности путём изучения биологических объектов и систем на уровне, приближающемся к молекулярному, а в ряде случаев и достигающем этого предела. Конечной целью при этом является выяснение того, каким образом и в какой мере характерные проявления жизни, такие, как наследственность, воспроизведение себе подобного, биосинтез белков, возбудимость, рост и развитие, хранение и передача информации, превращения энергии, подвижность и т. д., обусловлены структурой, свойствами и взаимодействием молекул биологически важных веществ, в первую очередь двух главных классов высокомолекулярных биополимеров*—*белков и нуклеиновых кислот. Отличительная черта молекулярной биологии — изучение явлений жизни на неживых объектах или таких, которым присущи самые примитивные проявления жизни. Таковыми являются биологические образования от клеточного уровня и ниже: субклеточные органеллы, такие, как изолированные клеточные ядра, митохондрии, рибосомы, хромосомы, клеточные мембраны; далее — системы, стоящие на границе живой и неживой природы, — вирусы, в том числе и бактериофаги, и кончая молекулами важнейших компонентов живой материи — нуклеиновых кислот и белков.

Молекулярная биология — новая область естествознания, тесно связанная с давно сложившимися направлениями исследований, которые охватываются биохимией, биофизикой и биоорганической химией. Разграничение здесь возможно лишь на основе учёта применяемых методов и по принципиальному характеру используемых подходов.

  Фундамент, на котором развивалась  молекулярная биология, закладывался такими науками, как генетика, биохимия, физиология элементарных процессов и т. д. По истокам своего развития молекулярная биология неразрывно связана с молекулярной генетикой*,* которая продолжает составлять важную часть молекулярной биологии, хотя и сформировалась уже в значительной мере в самостоятельную дисциплину. Вычленение молекулярной биологии из биохимии продиктовано следующими соображениями. Задачи биохимии в основном ограничиваются констатацией участия тех или иных химических веществ при определённых биологических функциях и процессах и выяснением характера их превращений; ведущее значение принадлежит сведениям о реакционной способности и об основных чертах химического строения, выражаемого обычной химической формулой. Т. о., по существу, внимание сосредоточено на превращениях, затрагивающих главновалентные химические связи. Между тем, как было подчёркнуто Л. Полингом*,* в биологических системах и проявлениях жизнедеятельности основное значение должно быть отведено не главновалентным связям, действующим в пределах одной молекулы, а разнообразным типам связей, обусловливающих межмолекулярные взаимодействия (электростатическим, ван-дер-ваальсовым, водородным связям и др.).

Конечный результат биохимического исследования может быть представлен в виде той или иной системы химических уравнений, обычно полностью исчерпываемой их изображением на плоскости, т. е. в двух измерениях. Отличительной чертой молекулярной биологии является её трехмерность. Сущность молекулярной биологии усматривается М. Перуцем в том, чтобы истолковать биологические функции в понятиях молекулярной структуры. Можно сказать, что если прежде при изучении биологических объектов необходимо было ответить на вопрос «что», т. е. какие вещества присутствуют, и на вопрос «где» — в каких тканях и органах, то молекулярная биология ставит своей задачей получить ответы на вопрос «как», познав сущность роли и участия всей структуры молекулы, и на вопросы «почему» и «зачем», выяснив, с одной стороны, связи между свойствами молекулы (опять-таки в первую очередь белков и нуклеиновых кислот) и осуществляемыми ею функциями и, с другой стороны, роль таких отдельных функций в общем комплексе проявлений жизнедеятельности.

Решающую роль приобретают взаимное расположение атомов и их группировок в общей структуре макромолекулы, их пространственные взаимоотношения. Это касается как отдельных, индивидуальных, компонентов, так и общей конфигурации молекулы в целом. Именно в результате возникновения строго детерминированной объёмной структуры молекулы биополимеров приобретают те свойства, в силу которых они оказываются способными служить материальной основой биологических функций. Такой принцип подхода к изучению живого составляет наиболее характерную, типическую черту молекулярной биологии

Целью дисциплины «Основы молекулярной биологии» и методических указаний является приобретение студентами необходимых знаний, умений и навыков.

1. **Тематический план дисциплины:**

Раздел 1. Основы биохимии и молекулярной биологии

Раздел 2. Специальные вопросы молекулярной биологии

1. **Рекомендуемая литература:**
2. Vranken D., Weiss G. Introduction to Bioorganic Chemistry and Chemical Biology. – Garland Science, 2013. – 504 p.
3. Давыдов В.В. и др. Основы биохимии (3 изд.) – Х.: Федорко, 2013. – 400 с.
4. Огурцов А.Н. Основы молекулярной биологии (в 2-х ч.) – Ч. 1. Молекулярная биология клетки. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2011. – 304 с.
5. Огурцов А.Н. Основы молекулярной биологии (в 2-х ч.) – Ч. 2. Молекулярные генетические механизмы. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2011. – 240 с.
6. Огурцов А.Н. Введение в биофизику макромолекул. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2014. – 384 с.
7. Прошкина, Е. Н. Молекулярная биология: стресс-реакции клетки: учебное пособие для вузов / Е. Н. Прошкина, И. Н. Юранева, А. А. Москалев. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 101 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08502-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL :https://urait.ru/bcode/454873
8. Молекулярная биология. Практикум: учебное пособие для вузов / А.С. Коничев [и др.]; под редакцией А.С. Коничева. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12544-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. —RL: https://urait.ru/bcode/4481249.1. Интернет-ресурсы
9. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков. Учебник Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова ред. Спирин А.С. 2005
10. Маскаева, Т. А. Молекулярная биология : учебное пособие / Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина, Н. Д. Чегодаева. — Саранск : МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2013. — 158 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75096
11. Молекулярная биология: учебник для студентов вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 397 с. - Библиогр. : с. 393-395. - ISBN 5769519657
12. Жукова, А.Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами / А.Г. Жукова, Н.В. Кизиченко, Л.Г. Горохова. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 269 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-9674-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606
13. Биохимия и молекулярная биология : учебно-методическое пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «СевероКавказский федеральный университет» ; авт.-сост. С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисенко. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 94 с. : табл. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457873
14. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, У. Эллиот, К. Джонс ; пер. с англ. В. Л. Друцы и О. Н. Королевой. - М. : Мир, 1991. - 543 с. - ISBN 50310327. - ISBN 0198553587
15. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Текст] = Principles and echniques of biochemistry and molecular biology / ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с. : ил. - (Методы в биологии). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996318957 : 464.37
16. **Тесты для контроля знаний студентов:**

1. Молекулярная биология изучает:

А протекание биологических процессов на молекулярном уровне;

Б строение клетки;

В морфологическое и физиологическое многообразие бактерий и вирусов.

2. Функции мембран:

А регуляция обмена между клеткой и средой, разделительная функция, рецепторная;

Б транспортная функция, электрическая;

В верны оба варианта ответа.

3. Общая формула аминокислот:

А

NH – CH – COOH

R

Б

NH2 – CH – CH

R

В

NH2 – CH – COOH

R

4. Аминокислоты могут проявлять свойства:

А кислот;

Б оснований;

В верны оба варианта ответа.

5. Окончание полипептида, содержащее аминогруппу, называется:

А С – конец;

Б N – конец:

В пептидная связь.

6. Мономерами белков являются:

А нуклеотиды;

Б нуклеосомы;

В аминокислоты.

7. Нуклеотид – это мономер

А белков;

Б нуклеиновых кислот;

В жиров.

8. Простые белки состоят:

А только из нуклеотидов;

Б только из аминокислот;

В из аминокислот и небелковых соединений.

9. Белки, которые растворяются и в воде и в растворе солей, называются:

А альбумины;

Б глобулины;

В фибриллярные белки.

10. В строении белков различают:

А два уровня организации молекулы;

Б три уровня организации молекулы ;

В четыре уровня организации молекулы.

11. Полипептид образуется путем:

А взаимодействия аминогрупп двух соседних аминокислот;

Б взаимодействия аминогруппы одной аминокислоты и карбоксильной группы другой аминокислоты;

В взаимодействия карбоксильных групп двух соседних аминокислот.

12. Степень спирализации белка характеризует:

А первичную структуру белка;

Б вторичную структуру белка;

В третичную структуру белка;

13. Четвертичная структура белка характерна для:

А олигомерных белков;

Б фибриллярных белков;

В глобулярных белков.

14. Белки актин и миозин выполняют функцию:

А транспортную;

Б защитную;

В сократительную.

15. ДНК содержит:

А рибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;

Б дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, тимин;

В дезоксирибозу, остаток фосфорной кислоты, одно из четырех азотистых оснований: аденин, гуанин, цитозин, урацил.

16. Генетический код был открыт:

А Гамовым

Б Гриффитом

В Очоа

17. Специфичность генетического кода состоит в:

А кодировании аминокислот более чем двумя различными триплетами;

Б кодировании каждым триплетом только одной аминокислоты;

В наличии единого кода для всех живущих на земле существ.

18.Вырожденность генетического кода – это:

А кодирование одним триплетом только одной аминокислоты;

Б кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;

В кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.

19.Универсальность генетического кода – это:

А наличие единого кода для всех существ на Земле;

Б кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;

В кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами.

20. Возможных триплетов:

А 64;

Б 28;

В 72,

21. Основания, расположенные комплементарно друг другу:

А А – Т; Г – Ц;

Б А – Ц; Г – Т;

В А – Г; Ц – Т.

22. К первичной структурной организации ДНК относится:

А трехмерная спираль;

Б две комплементарные друг другу антипараллельные полинуклеотидные цепи;

В полинуклеотидная цепь.

23. Вторичная структура ДНК была открыта:

А Натансом и Смитом

Б Уотсоном и Криком

В Эвери, Мак-Леодом и Мак-Карти

24. Сколько уровней организации имеет хроматин:

А три;

Б два;

В четыре.

25. Последовательность организации хроматина в третичной структуре ДНК следующая:

А петли-нуклеосома-соленоид;

Б нуклеосома-соленоид-петли;

В соленоид-петли-нуклеосома.

26. Участок, разделяющий две нуклеосомы, называют:

А соленоид;

Б линкер;

В гистон.

27. РНК в ядре сосредоточено в:

А ядерной оболочке;

Б ядрышке;

В нуклеоплазме.

28. Информация о строении белка передается в цитоплазму:

А матричной РНК;

Б транспортной РНК;

В рибосомной РНК.

29. С рибосомой взаимодействует петля транспортной РНК:

А Дигидроуридиловая

Б Псевдоуридиловая

В Дополнительная

30. Процессинг – это:

А Синтез РНК;

Б Созревание РНК;

В Созревание ДНК.

31. Репликация – это:

А копирование ДНК с образованием 2-х идентичных дочерних молекул;

Б процесс переписывания информации с ДНК на РНК;

В процесс синтеза белка.

32. В репликации ДНК участвует совокупность ферментов и белков. которые образуют:

А репликазу;

Б рестриктазу;

В реплисому.

33. Основной фермент репликации:

А ДНК-полимераза;

Б геликаза;

В лигаза.

34. Начало репликации связано с образованием:

А репликационной вилки и глазка;

Б праймеров;

В фрагментов ДНК на ведущей и отстающей цепи.

35. За расплетение молекулы ДНК ответственен фермент:

А ДНК – полимераза;

Б лигаза;

В геликаза.

36. Механизм репликации ДНК является:

А полуконсервативным;

Б консервативным;

В неконсервативным.

37. Для осуществления процесса репликации в нуклеоплазме необходимо наличие:

А нуклеозидмонофосфатов;

Б нуклеозиддифосфатов;

В нуклеозидтрифосфатов.

38. Синтез дочерних цепей ДНК осуществляется:

А от 5 / конца к 3 /  концу;

Б от 3 / конца к 5 /  концу;

В на ведущей и отстающей цепях направление синтеза противоположно.

39. Фрагмент Оказаки – это:

А короткий участок отстающей цепи ДНК;

Б длинный участок ведущей цепи ДНК;

В участок материнской цепи ДНК.

40. Репликация ДНК у эукариот протекает:

А быстрее, чем у прокариот;

Б медленнее, чем у прокариот;

В с такой же скоростью, как у прокариот.

41. Транскрипция – это:

А Процесс самокопирования ДНК с образованием двух идентичных дочерних молекул;

Б Процесс переписывания информации, содержащейся в РНК, в форме ДНК.

В Процесс переписывания информации, содержащейся в ДНК, в форме РНК.

42. Основной фермент транскрипции:

А ДНК-полимераза;

Б РНК-полимераза;

В рестриктаза.

43. Сходство процессов репликации и транскрипции заключается в том, что:

А синтез дочерних молекул осуществляется в направлении 5/ → 3/;

Б движущая сила – гидролиз пирофосфата;

В верны оба варианта ответа.

44. Отличие процессов репликации и транскрипции:

А при репликации материнская молекула ДНК разрушается, а при транскрипции – сохраняется;

Б для функционирования основного фермента репликации необходимы ионы Mg2+, а транскрипции – Fe2+;

В в активном центре полимеразы транскрипции находятся ионы Zn, а репликации – Li.

45. В процессе транскрипции участвует:

А только одна из двух цепей материнской молекулы ДНК – смысловая;

Б только одна из двух цепей материнской молекулы ДНК – антисмысловая;

В любая из двух цепей материнской молекулы ДНК.

46. Участок ДНК, с которым связывается РНК-полимераза, называется:

А промотор;

Б терминатор;

В транскриптон.

47. В закрытом комплексе РНК-полимеразы и материнской цепи ДНК:

А цепь ДНК расплетена;

Б цепь ДНК не расплетена;

В цепь ДНК разрушена.

48. Кодон инициации – участок цепи, определяющий:

А конец синтеза мРНК;

Б начало транскрипции РНК;

В последовательность нуклеотидов в РНК.

49. Терминация осуществляется в результате:

А замедления движения РНК-полимеразы;

Б ускорения движения РНК-полимеразы;

В сплетения цепей материнской молекулы ДНК.

50. В результате транскрипции образуется:

А только матричная РНК;

Б только транспортная РНК;

В все типы РНК клетки.

51. Синтез белка обозначают термином:

А репликация;

Б транскрипция;

В трансляция;

52. Основной фермент трансляции:

А ДНК-полимераза;

Б аминоацил-тРНК-синтетаза;

В лигаза.

53. При активации аминокислота:

А присоединяется к т РНК;

Б фосфорилируется;

В верны оба варианта ответа

54. Рибосомы в процессе трансляции соединяются в структуру, называемую:

А шероховатая ЭПС;

Б полисома;

В полимер.

55. Кодон инициации кодирует аминокислоту:

А лизин;

Б аспарагин;

В метионин.

56. К аминоацильному участку рибосомы во время трансляции может присоединяться:

А только инициаторная т РНК;

Б все т РНК, несущие аминокислоту;

В все т РНК, несущие аминокислоту, кроме инициаторной.

57. Участок на большой субчастице рибосомы, где локализуется строящийся пептид, называется:

А аминоацильный;

Б пептидильный;

В инициирующий.

58. Процесс элонгации в трансляции – это:

А начало синтеза белка;

Б удлинение полипептидной цепи белка;

В окончание синтеза белка.

59. Изменение последовательности нуклеотидов в ДНК – это:

А хромосомная мутация;

Б генная мутация;

В геномная мутация.

60. Мобильные генетические элементы были открыты:

А Мак-Клинток;

Б Корнбергом;

В Жакобом и Моно.

**ОТВЕТЫ:**

1. А 31. А

2. В 32. В

3. В 33. А

4. В 34. А

5. Б 35. В

6. В 36. А

7. Б 37. В

8. Б 38. А

9. Б 39. А

10. В 40. Б

11. Б 41. В

12. Б 42. Б

13. А 43. В

14. В 44. А

15. Б 45. А

16. А 46. А

17. Б 47. Б

18. В 48. Б

19. А 49. А

20. А 50. В

21. А 51. В

22. В 52. Б

23. Б 53. В

24. А 54. Б

25. Б 55. В

26. Б 56. А

27. Б 57. Б

28. А 58. Б

29. Б 59. Б

30. Б 60. А

1. **Задания для выполнения контрольной работы**

Контрольная работа №1:

1. Биохимия, как наука.
2. Химический элементарный и молекулярный состав живых организмов
3. Функции белков. Содержание их в живых организмах
4. Аминокислоты, как структурные компоненты белковых молекул (строение, свойства, классификации)
5. Строение и уровни организации белков
6. Физико-химические свойства белков
7. Классификации белков. Примеры и характеристика простых белков
8. Химия сложных белков
9. Химическая природа и строение ферментов
10. Свойства ферментов. Механизм их действия.
11. Номенклатура и классификация ферментов
12. Общая характеристика и классификация витаминов.
13. Характеристика витаминов, растворимых в жирах.
14. Витамины, растворимые в воде.
15. Характеристика гормонов: свойства, классификации. Примеры гормонов центральных и периферических эндокринных желез.
16. Классификация и биологическая роль нуклеиновых кислот.
17. Структурные компоненты и пространственная организация нуклеиновых кислот
18. Общая характеристика углеводов (биологические функции, практическое применение, классификации).
19. Моносахариды: примеры, строение, характеристика
20. Характеристика олигосахаридов
21. Примеры и характеристика полисахаридов

Контрольная работа №2

1. Общая характеристика липидов (функции и классификация).
2. Характеристика жирных кислот.
3. Характеристика простых липидов
4. Сложные липиды: основные группы, строение, характеристика
5. Введение в обмен веществ. Биологическое окисление.
6. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь транспорта электронов.
7. Переваривание и всасывание углеводов
8. Синтез и распад гликогена
9. Гликолиз. Брожение.
10. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез)
11. Общие принципы регуляции обмена углеводов
12. Нарушения углеводного обмена
13. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты
14. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)
15. Переваривание, всасывание и транспорт липидов.
16. Катаболизм триацилглицеролов. Окисление жирных кислот
17. Биосинтез липидов (синтез жирных кислот и триацилглицеролов)
18. Регуляция липидного обмена
19. Нарушения липидного обмена
20. Переваривание и всасывание белков (Протеолиз)
21. Катаболизм аминокислот (дезаминирование, трансаминирование, трансдезаминирование)
22. Метаболизм безазотистых компонентов аминокислот
23. Токсичность аммиака и пути его обезвреживания и выведения.
24. Нарушения белкового обмена

Из каждой контрольной работы студент выбирает по 2 вопроса (суммарно будет четыре вопроса). Вопросы, выбранные студентами, не должны повторяться и пересекаться с вопросами других обучающихся в группе. В конце работы приводятся ссылки на источники литературы, которые использовались при её выполнении.

1. **Вопросы к экзамену:**

1. Биохимия, как наука.

2. Химический элементарный и молекулярный состав живых организмов

3. Функции белков. Содержание их в живых организмах

4. Аминокислоты, как структурные компоненты белковых молекул (строение, свойства, классификации)

5. Строение и уровни организации белков

6. Физико-химические свойства белков

7. Классификации белков. Примеры и характеристика простых белков

8. Химия сложных белков

9. Химическая природа и строение ферментов

10. Свойства ферментов. Механизм их действия.

11. Номенклатура и классификация ферментов

12. Общая характеристика и классификация витаминов.

13. Характеристика витаминов, растворимых в жирах.

14. Витамины, растворимые в воде.

15. Характеристика гормонов: свойства, классификации. Примеры гормонов центральных и периферическихэндокринных желез.

16. Классификация и биологическая роль нуклеиновых кислот.

17. Структурные компоненты и пространственная организация нуклеиновых кислот

18. Общая характеристика углеводов (биологические функции, практическое применение, классификации).

19. Моносахариды: примеры, строение, характеристика

20. Характеристика олигосахаридов

21. Примеры и характеристика полисахаридов

22. Общая характеристика липидов (функции и классификация).

23. Характеристика жирных кислот.

24. Характеристика простых липидов

25. Сложные липиды: основные группы, строение, характеристика

26. Введение в обмен веществ. Биологическое окисление.

27. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь транспорта электронов.

28. Переваривание и всасывание углеводов

29. Синтез и распад гликогена

30. Гликолиз. Брожение.

31. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез)

32. Общие принципы регуляции обмена углеводов

33. Нарушения углеводного обмена

34. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты

35. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)

36. Переваривание, всасывание и транспорт липидов.

37. Катаболизм триацилглицеролов. Окисление жирных кислот

38. Биосинтез липидов (синтез жирных кислот и триацилглицеролов)

39. Регуляция липидного обмена

40. Нарушения липидного обмена

41. Переваривание и всасывание белков (Протеолиз)

42. Катаболизм аминокислот (дезаминирование, трансаминирование, трансдезаминирование)

43. Метаболизм безазотистых компонентов аминокислот

44. Токсичность аммиака и пути его обезвреживания и выведения.

45. Нарушения белкового обмена

46. В чем заключается биологическая роль нуклеиновых кислот?

47. Какие компоненты входят в состав нуклеиновых кислот?

48. Что такое ДНК? Каковы ее основные биологические функции.

49. На чем основана классификация РНК? Приведите основные классы РНК. Какие функции они выполняют?

50. Каким образом нуклеотиды соединяются в полинуклеотидные цепи? Что такое фосфодиэфирная связь?

51. Что такое принцип комплементарности? На чем основана комплементарность азотистых оснований?

52. Как формируется двойная спираль ДНК? Приведите ее основные особенности.

53. Что такое генетический код?

54. Перечислите основные свойства генетического кода.