

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии и биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1 беттің 1 беті	

Методические указания для практических занятий

Дисциплина: «Гены и наследственность» (Молекулярная биология)

Код дисциплины: GN 1204

ОП: 6В10115 «Медицина», 6В10116 «Педиатрия»

Объем учебных часов\кредитов: 120 часов/4 кредит (8 ч)

Курс и семестр изучения:1-2



Методические указания для практических занятий разработаны в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины (силлабусом) «Гены и наследственность» и обсуждены на заседании кафедры.

Протокол № 18 от « 13 » 06 2023 г.

Заведующий кафедрой, профессор М.М.Е Есиркепов М.М.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/ 1беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий	

№1

1. Тема: Структура и функции белков и нуклеиновых кислот.

2. Цель: Знакомство со строением и функцией белков и изучение взаимосвязи строения белков с функцией. Изучение строения и функции нуклеиновых кислот и разделов молекулы ДНК

3. Задачи обучения: студент должен знать структуру, функции и фолдинг белковой молекулы; должен уметь идентифицировать структуру последовательности I, II, III, IV белка, аминокислоты; студент должен знать структуру, функцию, участки ДНК; должен уметь идентифицировать нуклеотиды, пространственную структуру ДНК, участки.

4. Основные вопросы темы:

1. Определение понятия белков
 2. Структурная организация белка: структура и виды аминокислот, определение и сущность пептидной связи
 3. Биологически активные низкомолекулярные пептиды.
 4. Структура высокомолекулярных пептидов – белков: первичная, вторичная, третичная, супер вторичная, доменная структура белков.
 5. Четвертичная структуры белка.
 6. Основные функции белков.
 7. Функционирование белка. Лиганды и их роль в формировании структуры белка. Активный центр.
 8. Классификация белков.
 9. Семейство гемоглобинов. Суперсемейство иммуноглобулинов. Семейство клеточных, антигенраспознающих рецепторов. Семейство белков главного комплекса гистосовместимости. Семейство сериновых протеаз.
 10. Понятие «экспортных» и внутренних белков.
 11. Белок р53, его строение и роль в регуляции клеточных процессов.
 12. Роль белков в питании. Изменение белкового состава организма..
 13. Фолдинг белков. Фолдазы. Шапероны. Рефолдинг.
 14. Болезни нарушения фолдинга. Амилоидозы. Прионовые болезни.
 15. Общая структура нуклеиновых кислот:
 16. строение нуклеотидов,
 17. структура нуклеиновых кислот: линейная последовательность нуклеотидов.
 18. Структура молекулы ДНК: Комплементарность азотистых оснований,
 19. антипараллельность цепей ДНК.
 20. Нуклесомная нить. Наднуклеосомная укладка ДНК.
 21. Физико - химические свойства и функции ДНК.
 22. Разнообразие форм организации ДНК в клетках.
 23. Комплексы ДНК и белков.
 24. Виды РНК, участвующие в трансляции: мРНК, тРНК, рРНК, тмРНК.
- 5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины:** Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.
- 6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.):** Тестирование, устный опрос по материалам КИС.

7. Литература: см. приложения 1

8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):

1. Ответы на тестовые вопросы.
2. Решение ситуационных задач.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1беттің 1 беті	

3. Заполнение карточек по теме.
4. Ответы на устные вопросы.

№2

- 1. Тема:** Молекулярные механизмы реализации генетической информации. Репликация.
- 2. Цель:** Объяснение механизмов репликации ДНК и ферментативного комплекса, участия в подготовке к реализации и завершения репликации ДНК.
- 3. Задачи обучения:** Изучить механизмы репликации ДНК.
- 4. Основные вопросы темы:**
 1. Перенос генетической информации. Три типа переноса наследственной информации. Основная догма молекулярной биологии.
 2. Воспроизведение генетической информации. Репликация ДНК: основные принципы репликации ДНК: консервативная, полуконсервативная и дисперсная репликация.
 3. Три способа полуконсервативной репликации: тэта-тип (θ -тип), сигма-тип (σ -тип) и репликация линейных молекул.
 4. Этапы полуконсервативной репликации:
 - инициация,
 - элонгация,
 - терминация.
 5. Факторы инициации, элонгации, терминации репликации.
 6. Определение понятия и функции теломер.
 7. ДНК-связывающие белки, строение и функции.
 8. ДНК-полимеразы и их виды.
 9. Белок PCNA, строение и функции.
 10. Репликация теломерных отделов ДНК.
 11. Теломераза. Механизм действия. Роль в процессах старения и онкогенеза.
 12. Метилирование ДНК.
- 5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины:** Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.
- 6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины, оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.):** Тестирование, устный опрос по материалам КИС.
- 7. Литература:** см. приложения 1
- 8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):**
 1. Ответы на тестовые вопросы.
 2. Решение ситуационных задач.
 3. Заполнение карточек по теме.
 4. Ответы на устные вопросы.

№3

- 1. Тема:** Экспрессия генетического материала. Транскрипция
- 2. Цель:** Дать понятие о механизмах процесса транскрипции и трансляции; их значении в цепи переноса биологической информации в норме и патологии; о патологических состояниях, связанных с их нарушением; о механизмах их регуляции.
- 3. Задачи обучения:** Изучение механизмов транскрипции, факторов транскрипции, типов РНК.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1 беттің 1 беті	

4. Основные вопросы темы:

1. Транскрипция ДНК – первая стадия экспрессии информации о структуре белка.
 2. Факторы транскрипции:
 - общие факторы транскрипции;
 - ДНК-связывающие белки и их типы;
 - белок Р-53 как транскрипционный фактор.
 3. Этапы транскрипции. Инициация, элонгация, терминация.
 4. транскрипция у прокариот.
 5. транскрипция у эукариот.
 6. ингибиторы транскрипции.
 7. предшественники активной РНК-пре-рРНК, пре-мРНК и пре-тРНК
 8. пре-Рнпроцессинг. Механизмы сплайсинга.
 9. нетранскрипционное присоединение отдельных нуклеотидов.
 10. образование модифицирующих нуклеотидов в составе пре-РНК.
 11. принципы кодирования генетической информации.
 12. генетический код и его свойства.
 13. основные компоненты, участвующие в синтезе белка.
 14. Аминоацил-тРНК-синтетаза.
 15. активация аминокислот.
 16. трансляция. Появление инцируемого комплекса. Инициациифакторы.
 17. Элонгация, три этапа трансляции (удлинение пептидной цепи). Элонгацияфакторы.
 18. терминация трансляции. Факторы терминации.
 19. цитоплазматическая и мембранная связь рибосомы. Полирибосомы.
 20. набор РНК с белком. кьярнк, рибозимы.
- 5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины:** Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.
- 6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.):** Тестирование, устный опрос по материалам КИС.
- 7. Литература:** см.приложения 1
- 8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):**
1. Ответы на тестовые вопросы.
 2. Решение ситуационных задач.
 3. Заполнение карточек по теме.
 4. Ответы на устные вопросы.

№4

1. **Тема:** Биосинтез белка. Трансляция.
2. **Цель:** Знакомство со строением и функцией белков и изучение взаимосвязи строения белков с функцией.
3. **Задачи обучения:** Изучение механизмов трансляции, факторов, типов РНК
4. **Основные вопросы темы:**
 1. факторы, необходимые для интенсивного прохождения трансляции.
 2. принципы кодирования генетической информации.
 3. генетический код и его свойства.
 4. основные компоненты, участвующие в синтезе белка.
 5. Аминоацил-тРНК-синтетаза.
 6. активация аминокислот.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1 беттің 1 беті	

7. трансляция. Появление инцируемого комплекса. Инициациифакторы.
 8. Элонгация, три этапа трансляции (удлинение пептидной цепи). Элонгацияфакторы.
 9. терминация трансляции. Факторы терминации.
 10. цитоплазматическая и мембранная связь рибосомы. Полирибосомы.
 11. набор РНК с белком. кьярнк, рибозимы.
 12. принципиальное отличие синтеза РНК от синтеза ДНК в общей структуре Прокариотического оперона.
 13. лактозный оперон является примером индуцибельного оперона.
 14. оперон триптофана является примером репрессибельного оперона. Регулировка с оператором и аттенуатором.
 15. Катаболитная репрессия.
 16. регуляторный механизм экспрессии генов Эукариот.
- 5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины:** Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.
- 6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.):** Тестирование, устный опрос по материалам КИС.
- 7. Литература:** см. приложения 1
- 8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):**
1. Ответы на тестовые вопросы.
 2. Решение ситуационных задач.
 3. Заполнение карточек по теме.
 4. Ответы на устные вопросы.

№5

- 1. Тема:** Регуляция экспрессии генов у прокариот и эукариот.
- 2. Цель:** Механизмы трансляции и объяснение оперонной теории экспрессии генов Жакоба и Моно
- 3. Задачи обучения:** Индуцированная и репрессивная регуляция экспрессии генов. Жакоб и теория Моно-оперона. Изучение лактозы и триптофана оперона
- 4. Основные вопросы темы:**
 1. Транскрипция, основные механизмы и факторы
 2. Оперонная теория Якоба и моно
 3. Трансляция, основные механизмы и факторы
 4. регуляция экспрессии Репрессибельных оперонов
 5. регуляция экспрессии индукционных оперонов
 6. оперон лактозы и триптофана
- 5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины:** Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.
- 6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.):** Тестирование, устный опрос по материалам КИС.
- 7. Литература:** см. приложения 1
- 8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):**
 1. Ответы на тестовые вопросы.
 2. Решение ситуационных задач.
 3. Заполнение карточек по теме.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/ 1беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий	

4. Ответы на устные вопросы.

№6

1. Тема: Наследственный аппарат клетки.

2. Цель: Изучение строения генетической информации, знакомство с понятием генома; изучение строения генома человека; изучение хромосомного уровня организации генома, морфологии хромосомы человека, кариотипа человека.

3. Задачи обучения: Студент должен знать структуру генов, типы генов, классификацию генов, геном прокариот и эукариот; уметь различать геном эукариот, прокариоты, вирусы, митохондрии.

4. Основные вопросы темы:

1. Ген – элементарная единица наследственности.

2. тонкая структура гена (экзоны, интроны, цистроны, Мутоны, реконы.)

3. классификация генов.

4. структура генов Эукариот: кодирующий сайт и некодирующий сайт генов эукариот.

5. кластер гистоновых генов, рибосомная РНК, гемоглобины.

6. оперонная структура прокариотических генов.

7. дать представление о геноме.

8. участки ДНК.

9. дать представление о генетических элементах.

10. объяснение полиморфизмов ДНК, виды (полиморфизм одиночных нуклеотидов, ПДРФ и vntr).

11. характеристика фракции ДНК.

12. Хромосомасложность а Такжеобъективная ДНК.

13. простое тандемное повторение (сателлиты)

14. тандемная организация кластерных генов.

15. геном цитоплазматической ДНК.

16. геном вирусов, бактерий.

17. гистоны в Хромосомеиорганизация ДНК;

18. Метафазная хромосома;

19. Хромосоматипы:

- метацентрический;

- субметацентрический;

- акроцентрический;

20. функция хромосом;

21. понимание кариотипа;

22. классификация Кариотипов:

- Денвер;

- Париж.

5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины: Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.

6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.): Тестирование, устный опрос по материалам КИС.

7. Литература: см.приложения 1

8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):

1. Ответы на тестовые вопросы.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/ 1беттің 1 беті
Методические указания для практических занятий	

2. Решение ситуационных задач.
3. Заполнение карточек по теме.
4. Ответы на устные вопросы.

№7

1. Тема: Нарушения генетического гомеостаза.

2. Цель: Объяснение обмена нарушений генетического гомеостаза, мутаций, биологической антимутации в клетке.

3. Задачи обучения: Изучение типов хромосомных мутаций и их роль в патологии человека; студенту необходимо знать роль мутагенеза в возникновении заболевания, классификацию мутаций, характеристику мутагенных факторов и процессы репарации ДНК; необходимо идентифицировать типы мутаций и мутагенезов, уметь описывать процесс репарации.

4. Основные вопросы темы:

1. понятие гомеостаза? Генетический гомеостаз.
2. мутации. Определение.
3. классификация генных мутаций в зависимости от их возникновения:
 - обмен основными парами
4. локализация генных мутаций:
 - нейтральный
 - миссенс-мутация
 - ерунда-мутация
 - регулятор
 - динамический
5. гены и классифицированное расположение генных мутаций в клетках.
6. классификация генных мутаций, влияние на жизнедеятельность организма: летальный и сублетальный.
7. патологические эффекты мутаций: родительская диссомия, импринтинг.
8. одноядерный полиморфизм и его значение в медицине.
9. понятие хромосомной мутации, или аберации;
10. классификация хромосомных мутаций:
 - a. - внутрихромосомные (делеция; дупликация; инверсия, дефишенси, кольцевая хромосома, изохромосома);
 - b. - межхромосомные (транслокации, Робертсоновские перестройки).
11. синдромы, возникновение из-за хромосомных мутаций.
12. геномная мутация и их типы:
 - анеуплоидия;
 - полиплоидия;
13. Механизм геномных мутаций;
14. хромосомные синдромы, связанные с анеуплоидией:
 - Шерешевский-Тернер синдром;
 - Клайнфельте синдром;
 - Синдром Патау;
 - Синдром Эдвардса;
 - Даун синдром;
 - X-триплетный синдром.
15. частота возникновения хромосомных мутаций;
16. Мутагенез и его виды:

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1 беттің 1 беті	

- спонтанный;
- индукционная (искусственная);
- 17. мутагенные факторы:
 - физические
 - химический
 - биологические
- 18. повреждение молекулы ДНК:
- 19. повреждение типов репараций в ДНК:
 - темный;
 - свет;
- 20. биологический антимуtagenный барьер клетки:
 - пара хромосом;
 - Репарация ДНК;
 - Матричный характер синтеза ДНК.

5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины: Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.

6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.): Тестирование, устный опрос по материалам КИС.

7. Литература: см. приложения 1

8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):

- Ответы на тестовые вопросы.
- Решение ситуационных задач.
- Заполнение карточек по теме.
- Ответы на устные вопросы.

№8

1. Тема: Молекулярно–генетические методы исследования генома.

2. Цель: формирование концепции детекции генов, секвенирования, современных молекулярно-генетических методов исследования генома человека.

3. Задачи обучения: знакомство с современными молекулярно-генетическими методами исследования генома человека.

4. Основные вопросы темы:

1. дайте характеристику методам ДНК-диагностики.
 - Секвенирование;
 - Гибридизация ДНК;
 - ПЦР (полимеразная цепная реакция)
 - * выделение исследуемого гена (фрагмент ДНК);
 - * Расщепление цепей ДНК путем нагревания (отжиг);
 - * Выравнивание грунтовок;
 - * Синтез ДНК;
2. детекция генов (использование микрочипов).
3. генно-инженерные технологии и их применение в медицине.
4. клонирование.
5. трансгенные организмы - проблемы.

5. Основные формы/методы/технологии обучения для достижения конечных РО дисциплины: Работа с микрофотографиями, схемы, таблицы.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1 беттің 1 беті	

6. Формы контроля для оценивания уровня достижения конечных РО дисциплины. оценивания (тестирование, решение ситуационных задач, заполнение истории болезни и т.д.): Тестирование, устный опрос по материалам КИС.

7. Литература: см. приложения 1

На русском языке:

7. Куандыков Е. О. Молекулалық биология негіздері / Куандыков Е. О., Аманжолова Л. 2020. - 229 с.

https://www.elib.kz/ru/search/read_book/884/

8. Куандыков Е. О. Медициналық биология және генетика / Куандыков Е. О., 2020. -313 с.

https://www.elib.kz/ru/search/read_book/882/

9. Куандыков Е. О. Молекулалық биология және генетикадан тестік тапсырмалар жинағы / Куандыков Е. О., Альмухамбетова С. К., Кашаганова Ж. А., Нурпеисова И. К., Таракова К. А., 2020. -405 с. https://www.elib.kz/ru/search/read_book/889/

Основная:

1. Генетика. Учебник для ВУЗов/Под ред. Академика РАМН В.И. Иванова – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006-638с.: ил.

2. Муминов Т. Основы молекулярной биологии: курс лекций. - Алматы: Эффект, 2007.

Дополнительная:

1. Иванюшкин А.Я., Игнатъев В.Н., Коротких Р.В., Силуянова И.В. Изд-во Прогресс, М. 2008г.

2. У. Клаг, М. Каммингс. Основы генетики – М.: Техносфера, 2009г.

3. Основы молекулярной биологии клетки. Учебник. Зтомах. Б. Альбертс и др., Изд-во OZON.RU, 2018г.

4. Кульбаева, Б. Ж. Генетический материал клетки. Структура и функции [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ЮКГФА. - Электрон. текстовые дан. (24,0 Мб). - Шымкент : Б. и., 2011. - 173 эл. опт. диск (CD-ROM).

5. Кульбаева, Б. Ж. Патологическая анатомия генома [Электронный ресурс] : учеб.-наглядное пособ. - Электрон. текстовые дан. (0,98 Мб). - Шымкент : Б. и., 2011. - 86 с. эл. опт. диск (CD-ROM).

6. Кульбаева, Б. Ж. Информационные макромолекулы, Белки и нуклеиновые кислоты. Структура и функции [Электронный ресурс] : учеб. пособие; ЮКГФА. - Электрон. текстовые дан. (17,7 Мб). - Шымкент : Б. и., 2011. - 135 с. эл. опт. диск (CD-ROM).

№	Атауы	Сілтеме
1	Электронды кітапхана	http://lib.ukma.kz
2	Республикалық жоғары оқу орындары аралық электронды кітапхана	http://rmebrk.kz/
3	«Студент кеңесшісі» Медициналық ЖОО электронды кітапханасы	http://www.studmedlib.ru
4	«Параграф» ақпараттық жүйе «Медицина» бөлімі	https://online.zakon.kz/Medicine
5	Ғылыми электрондық кітапхана	https://elibrary.ru/
6	BooksMed» электронды кітапханасы	http://www.booksmed.com
7	«Web of science» (Thomson Reuters)	http://apps.webofknowledge.com
	Science Direct» (Elsevier)	https://www.sciencedirect.com
9	«Scopus» (Elsevier)	www.scopus.com
10	PbMed	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

Интернетный ресурс:

1. Генетика. Учебник для ВУЗов/Под ред. Академика РАМН В.И. Иванова – М.: ИКЦ «Академкнига», 2011-638с.: ил.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра биологии биохимии	46/	
Методические указания для практических занятий	1беттің 1 беті	

2. Мушкамбаров Н.Н., Кузнецов С.Н. Молекулярная биология. Учебное пособие для студентов медицинских вузов, 3-е изд-е, Москва: Наука, 2016, 660с.
3. У. Клаг, М. Каммингс. Основы генетики – М.: Техносфера, 2009 г.
4. Курчанов.А. Генетика человека с основами общей генетики: учеб. пособие -СПб, 2009г.
5. АльбертсБ., Брей Д., ХопкинК. Основы молекулярной биологии клетки. Учебное издание. 2-е изд., испр., пер. с англ. 768ст. 2018г.
6. Спирин А.С. Биосинтез белков, Мир РНК и происхождение жизни.
7. Спирин А.С. Молекулярная биология. Структура рибосом и биосинтез белка. – М.: (электронный учебник).

8. Контроль (вопросы, тесты, задачи и пр.):

1. Ответы на тестовые вопросы.
2. Решение ситуационных задач.
3. Заполнение карточек по теме.
4. Ответы на устные вопросы.