

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра химии и естественнонаучного образования

А.И. Гурская

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Методические рекомендации

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2026*

УДК 577.2(075.8)
ББК 28.070.2.я73
Г95

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 22.12.2025.

Автор: старший преподаватель кафедры химии и естественнонаучного образования ВГУ имени П.М. Машерова **А.И. Гурская**

Р е ц е н з е н т :

доцент кафедры фундаментальной и прикладной биологии ВГУ имени П.М. Машерова,
кандидат биологических наук, доцент *Г.А. Захарова*

Гурская, А.И.

Г95 Молекулярная биология : методические рекомендации / А.И. Гурская. — Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2026. — 68 с.
ISBN 978-985-30-0318-5.

В методических рекомендациях предлагаются дополнительные материалы к лекционному курсу по учебной дисциплине «Молекулярная биология». Материал изложен последовательно и включает вопросы о структуре и свойствах биологических макромолекул, а также об основных молекулярных механизмах, лежащих в основе функционирования живых клеток и многоклеточных организмов: метаболизме биологических макромолекул (ДНК, РНК, белков и др.), механизмах внутриклеточных процессов и их регуляции, организации межклеточных взаимодействий, и межклеточной сигнализации. Издание предназначено для студентов биологических специальностей.

УДК 577.2(075.8)
ББК 28.070.2.я73

ISBN 978-985-30-0318-5

© Гурская А.И., 2026
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Модуль 1. Биохимические аспекты молекулярной биологии	5
Тема 1. Структура и функции плазматических мембран	5
Тема 2. Биоэнергетика и метаболизм	13
Тема 3. Аэробное дыхание и митохондрии	17
Модуль 2. Структурные и физиологические аспекты молекулярной биологии	23
Тема 1. Взаимодействие между клетками и их окружением	23
Тема 2. Система цитоплазматических мембран: структура, функции, способы движения	31
Модуль 3. Организация генома и передача генетической информации	38
Тема 1. Природа гена и генома	38
Тема 2. Репликация и репарация ДНК	45
Тема 3–4. Экспрессия генов. Транскрипция, трансляция	49
Модуль 4. Деление клеток и межклеточные взаимодействия	54
Тема 1. Молекулярные основы деления клеток	54
Тема 2–4. Ядро клетки и контроль экспрессии генов	58
Тема 5–6. Методы клеточной и молекулярной биологии	62
Программные вопросы	65

ВВЕДЕНИЕ

Молекулярная биология является одной из важнейших фундаментальных учебных дисциплин в системе биологического образования. Современная молекулярная биология тесно связана с биохимией, генетикой, микробиологией, другими биологическими дисциплинами и является методической основой для изучения на молекулярном уровне жизнедеятельности клеток и многоклеточных организмов. Изучение дисциплины позволит расширить научный кругозор студентов, способствовать их развитию как самостоятельных специалистов и получить знания, необходимые для проведения исследований на современном научно-методическом уровне.

Цель учебной дисциплины — сформировать у студентов целостную систему знаний о структуре и свойствах биологических макромолекул, а также об основных молекулярных механизмах, лежащих в основе функционирования живых клеток и многоклеточных организмов: метаболизме биологических макромолекул (ДНК, РНК, белков и др.), механизмах внутриклеточных процессов и их регуляции, организации межклеточных взаимодействий и межклеточной сигнализации.

Структура методических рекомендаций построена таким образом, чтобы максимально удовлетворить потребность студента не только в учебной информации, но и в информации, касающейся организационной части занятий. Каждая тема представлена в следующей последовательности:

- тема занятия;
- цель занятия;
- вопросы для подготовки;
- литературные источники, с указанием местонахождения необходимого учебного материала;
- задания для практической работы.

Вопросы для подготовки представляют собой перечень пунктов, составленных в соответствии с содержанием темы и являются её теоретическим сопровождением. Это учебная информация по теме, которая должна быть проработана студентом самостоятельно вне аудитории. Задания практической работы содержат достаточно богатый иллюстративный материал, позволяющий добиться более полного и глубокого понимания темы, и могут быть использованы как для аудиторной работы, так и для внеаудиторной работы студента.

МОДУЛЬ 1

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

ТЕМА 1. Структура и функции плазматических мембран

Цель занятия:

- проанализировать молекулярный состав биологических мембран;
- получить представление о взаимосвязи строения и функций мембран.

Вопросы для подготовки:

1. Особенности строения биологических мембран:
 - 1.1. Эволюция представлений о строении биологических мембран:
 - принцип строения (различные модели строения мембран);
 - количественные характеристики (соотношение по общей массе липидов и белков, толщина мембраны и др.);
 - основные свойства (замкнутость, асимметрия и др.).
 - 1.2. Химическое строение мембран:
 - структура и функции мембранных белков;
 - особенности организации мембранных липидов.
2. Функции биологических мембран.
3. Перенос веществ через мембраны:
 - 3.1. Способы переноса низкомолекулярных соединений:
 - простая диффузия;
 - облегчённая диффузия;
 - активный транспорт.
 - 3.2. Перенос через мембраны частиц и высокомолекулярных соединений (везикулярный транспорт):
 - эндоцитоз (пиноцитоз; фагоцитоз; эндоцитоз, опосредованный рецепторами);
 - экзоцитоз (секреция, экскреция, рекреция).
4. Мембранные потенциалы и нервные импульсы:
 - потенциал покоя;
 - потенциал действия;
 - механизм передачи нервного импульса;
 - молекулярные основы передачи нервного импульса (нейромедиаторы).

Литература:

1. Лекция.
2. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 88–115, 161–326)
3. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 218–300)

Практическая работа

Задание 1.1. Дайте определение понятиям «мембрана», «клеточная мембрана (плазмалемма)». Перечислите и охарактеризуйте основные свойства и функции мембран.

Мембрана –

Клеточная мембрана (плазмалемма) –

Свойства мембран:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

Функции мембран:

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

Мембрана располагается не только снаружи клетки. Внутри клетки находятся особые участки цитоплазмы, ограниченные мембраной от остального содержимого. Такие мембранные образования, выполняющие определенный набор функций, в которых поддерживается постоянство состава и свойств, называются органеллы.

Задание 1.2. Перечислите основные мембранные образования в животной и растительной клетке:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Между мембранами в составе клетки существуют определённые различия, но имеется и немало общего – все они построены по одному и тому же принципу. Все мембраны – это тонкие липопротеидные плёнки, состоящие из двойного слоя липидных молекул, в который включены молекулы белка. В весовом отношении в зависимости от типа мембран на долю липидов приходится 25–60%, на долю белков – 40–75%. В состав многих мембран входят также углеводы, количество которых может достигать 2–10%.

Задание 1.3. На рисунке 1.1 изображена плазматическая мембрана. Сделайте соответствующие обозначения.

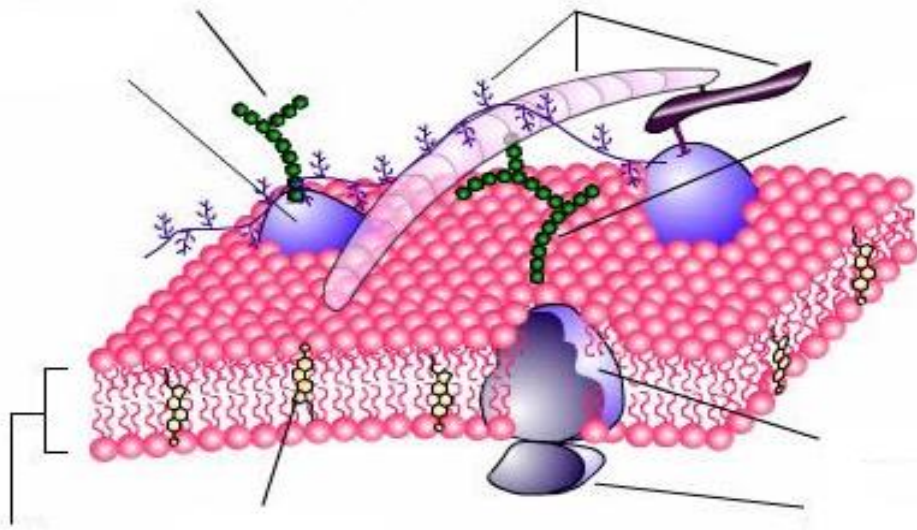


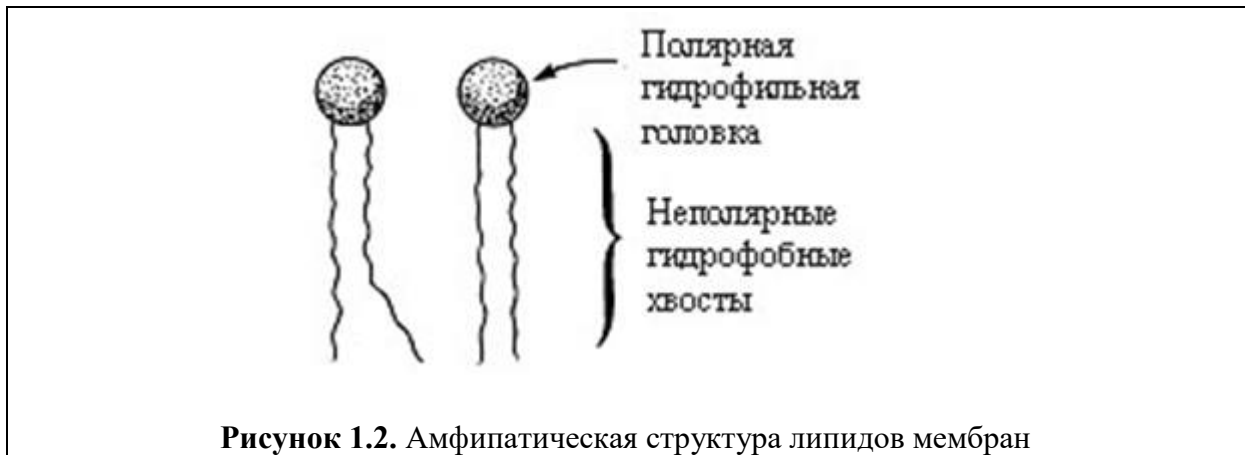
Рисунок 1.1. Схема строения плазматической мембраны

- 1 – _____
- 2 – _____
- 3 – _____
- 4 – _____
- 5 – _____
- 6 – _____
- 7 – _____
- 8 – _____

В состав мембран входят липиды следующих классов:

- а) фосфолипиды,
- б) сфинголипиды,
- в) гликолипиды,
- и стероид – холестерол.

Все молекулы липидов, входящих в состав мембран, имеют гидрофильную и гидрофобную области (полярную гидрофильную головку и неполярные гидрофобные хвосты) и поэтому являются амфипатическими (см. рис. 1.2). Полярные головки нейтральны или имеют отрицательный заряд. Их полярность обусловлена наличием в составе молекул гетероатомов (N, O), особенности электронного строения которых способствуют возникновению заряда.



Задание 1.4. На рисунке 1.3 с помощью химических формул показаны особенности строения молекул мембранных липидов. Рассмотрите рисунок и отметьте гидрофильные и гидрофобные области в составе молекул. Пользуясь рисунком, поясните, как в данном случае строение липидов влияет на свойства.

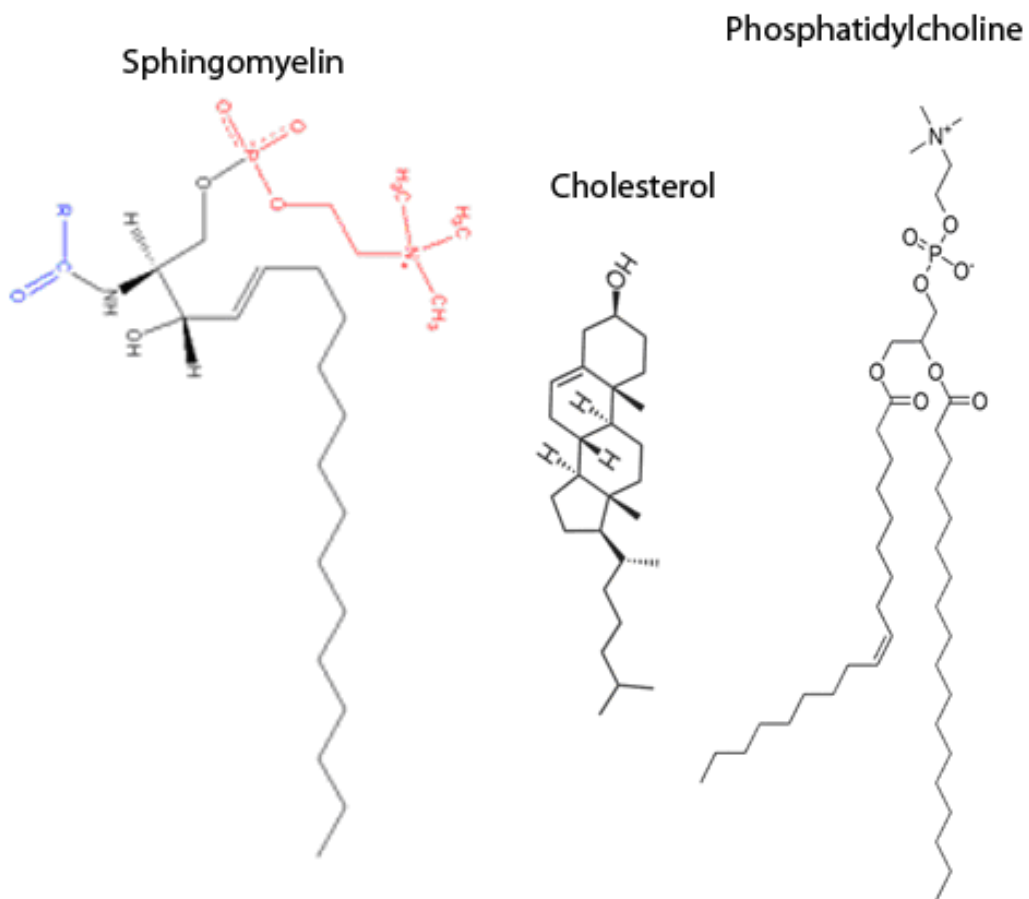


Рисунок 1.3. Химические формулы липидов мембран

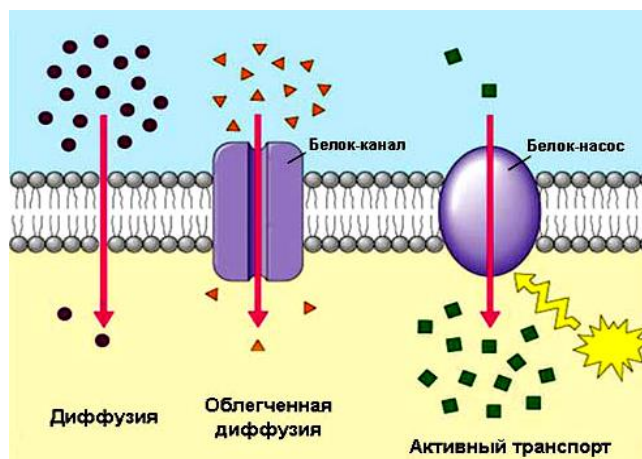


Рисунок 1.4. Способы прохождения веществ через мембрану

Таблица 1.1.

Вид трансмембранного транспорта	Условия для осуществления	
	Наличие белкового канала	Затраты энергии
1.		
2.		
3.		

Задание 1.8. Активный транспорт сопряжен с затратами энергии. Он осуществляется специальными белками-переносчиками, образующими так называемые *ионные насосы*. Наиболее изученным является Na^+/K^+ – насос, посредством которого происходит активное выкачивание из животных клеток ионов Na^+ и поглощение ими ионов K^+ . Благодаря этому в клетке поддерживается большая, чем в окружающей среде, концентрация K^+ и меньшая концентрация Na^+ . На этот процесс затрачивается энергия АТФ.

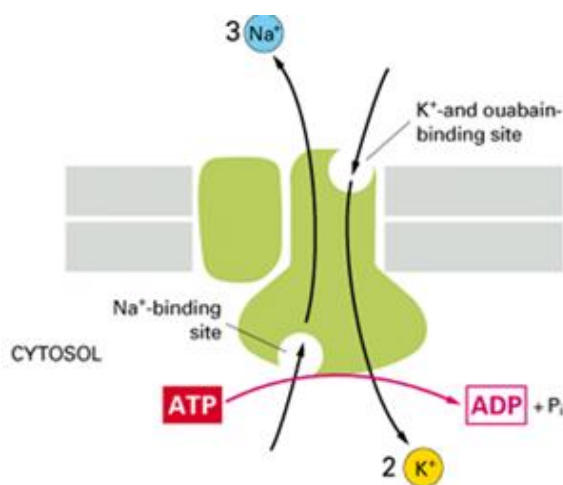


Рисунок 1.5. Схема строения Na^+/K^+ – АТФазы

Экзоцитоз – _____ . Благодаря ему клетка выводит внутриклеточные продукты или непереваренные остатки, заключенные в вакуоли или пузырьки. Пузырек подходит к цитоплазматической мембране, сливается с ней, а его содержимое выделяется в окружающую среду. Так выделяются пищеварительные ферменты, гормоны, гемицеллюлоза и др.

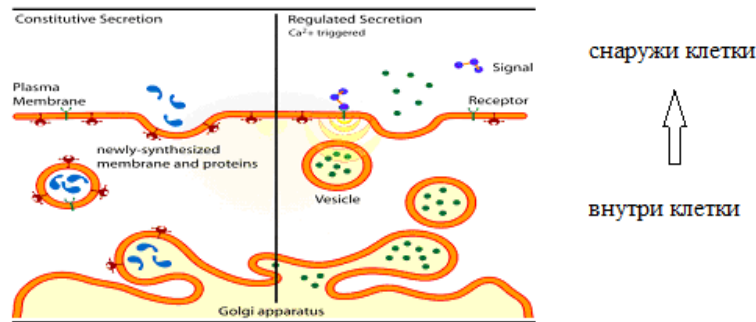


Рисунок 1.7. Типы экзоцитоза

Его разновидности:

- а – _____
- б – _____

Опишите механизм образования «окаймленной ямки»:

Таким образом, клетка ограничена от окружающей среды мембраной, имеющей характерное строение и выполняющей определенные функции. Однако клетка не является изолированной структурой. Между клеткой и окружающей средой постоянно происходит обмен веществом и энергией. То есть в клетке существуют специфические механизмы, с помощью которых осуществляется транспорт веществ. Для низко- и высокомолекулярных веществ, а также для мелких частиц эти механизмы различны.

ТЕМА 2. Биоэнергетика и метаболизм

Цель занятия: обобщить и систематизировать информацию по биоэнергетическим процессам, фазам метаболизма.

Вопросы для подготовки:

1. Понятие об энергетическом обмене. Экзергонические и эндергонические реакции, их сопряжение.
2. Макроэргические соединения: особенности структуры, связь структуры и функции.
3. АТФ – основа биоэнергетики клетки.
4. Метаболизм: катаболизм, анаболизм. Фазы высвобождения энергии.

Литература:

1. Лекция.
2. Чиркин, А.А. Биохимия: учебное руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Мед. лит., 2010. – 624 с. (с. 127–147)
3. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 196–210)
4. Мусил, Я. Современная биохимия в схемах / Я. Мусил [и др.]; под общ. ред. Я. Мусил. – 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 216 с. (с. 114–122)
5. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём. – М.: Мир, 2000. – 469 с. (с. 142–145).

Практическая работа

Задание 2.1. Дайте определения понятиям:

Биоэнергетика (биохимическая термодинамика) _____

Макроэргические соединения _____

Эндергонические реакции _____

Экзергонические реакции _____

Задание 2.2. На рис. 2.1 приведена схема, отражающая особенности сопряжения экзергонических процессов с эндергоническими. Рассмотрите схему и укажите, что требуется для такого сопряжения.



Рисунок 2.1. Схема сопряжения экзер- и эндергонических процессов

Задание 2.3. Дайте определение понятию «макроэргические соединения». Какое отношение имеют эти вещества к обеспечению энергией организма? Приведите примеры макроэргических соединений (кроме АТФ).

№ п/п	Название	Формула	Функция

ТЕМА 3. Аэробное дыхание и митохондрии

Цель занятия: обобщить и систематизировать информацию по процессам, составляющим клеточное дыхание.

Вопросы для подготовки:

1. Структура и функции митохондрий.
2. Дыхательная цепь внутренней мембраны митохондрий:
 - 2.1. Отдельные компоненты дыхательной цепи.
 - 2.2. Окислительно-восстановительный потенциал компонентов.
 - 2.3. Организация дыхательной цепи (расположение компонентов в плоскости внутренней митохондриальной мембраны).
3. Механизм окислительного фосфорилирования:
 - 3.1. Гипотезы, объясняющие каким образом транспорт электронов по элементам дыхательной цепи сопряжен с синтезом АТФ.
 - 3.2. Хемиосмотический механизм образования АТФ.

Литература:

1. Лекция.
2. Чиркин, А.А. Биохимия: учебное руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Мед. лит., 2010. – 624 с. (с. 127–147)
3. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 196–210)
4. Мусил, Я. Современная биохимия в схемах / Я. Мусил [и др.]; под общ. ред. Я. Мусил. – 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 216 с. (с. 114–122)
5. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём. – М.: Мир, 2000. – 469 с. (с. 142–145).

Задание 3.1. На рисунке 3.1 схематически представлено строение митохондрии. Сделайте соответствующие обозначения. Почему митохондрии называют «энергетическими станциями» клетки?

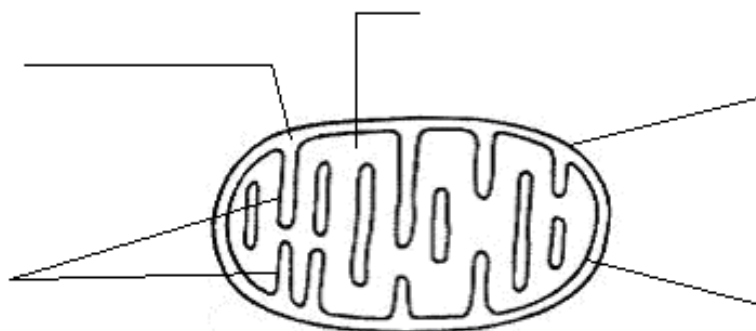


Рисунок 3.1. Строение митохондрии

1 –
2 –
3 –

4 –
5 –

Задание 3.2. Используя данные таблицы 3.1, сделайте вывод о взаимосвязи строения и выполняемых функций для внутренней и внешней мембран митохондрий.

Таблица 3.1 – Морфологическая, физическая и химическая характеристика внутренней и внешней мембран митохондрии клеток печени

Морфологические особенности	Внутренняя мембрана	Внешняя мембрана
Толщина	5-7 нм	5-7 нм
Форма	Складчатая	Гладкая
Поверхность	Внешняя поверхность гладкая; внутренняя поверхность состоит из регулярно расположенных фрагментов	Внутренняя поверхность гладкая; внешняя поверхность имеет нерегулярно расположенные каналы
Влияние экстракции фосфолипидов	Двуслойная структура остается незатронутой	Двуслойная структура разрушается
Физические свойства	Внутренняя мембрана	Внешняя мембрана
Плотность	1,192-1,230	1,094-1,122
Проницаемость	Селективная	Даже большие молекулы проникают свободно
Рентгеноструктурные данные		Весьма сходные
Химические свойства	Внутренняя мембрана	Внешняя мембрана
Массовое соотношение фосфолипидов и белков	0,27	0,82
Содержание кардиолипина	Высокое	Низкое
Содержание фосфотидилинозита	Низкое	Высокое
Содержание холестерина	Низкое	Высокое
Убихинон	Присутствует	Отсутствует
Моноаминоксидаза	Отсутствует	Присутствует
Цитохромоксидаза	Присутствует	Отсутствует

Задание 3.3. Рассмотрите схему на рисунке 3.2. Перечислите процессы, которые включает общий путь катаболизма:

1. _____
2. _____
3. _____

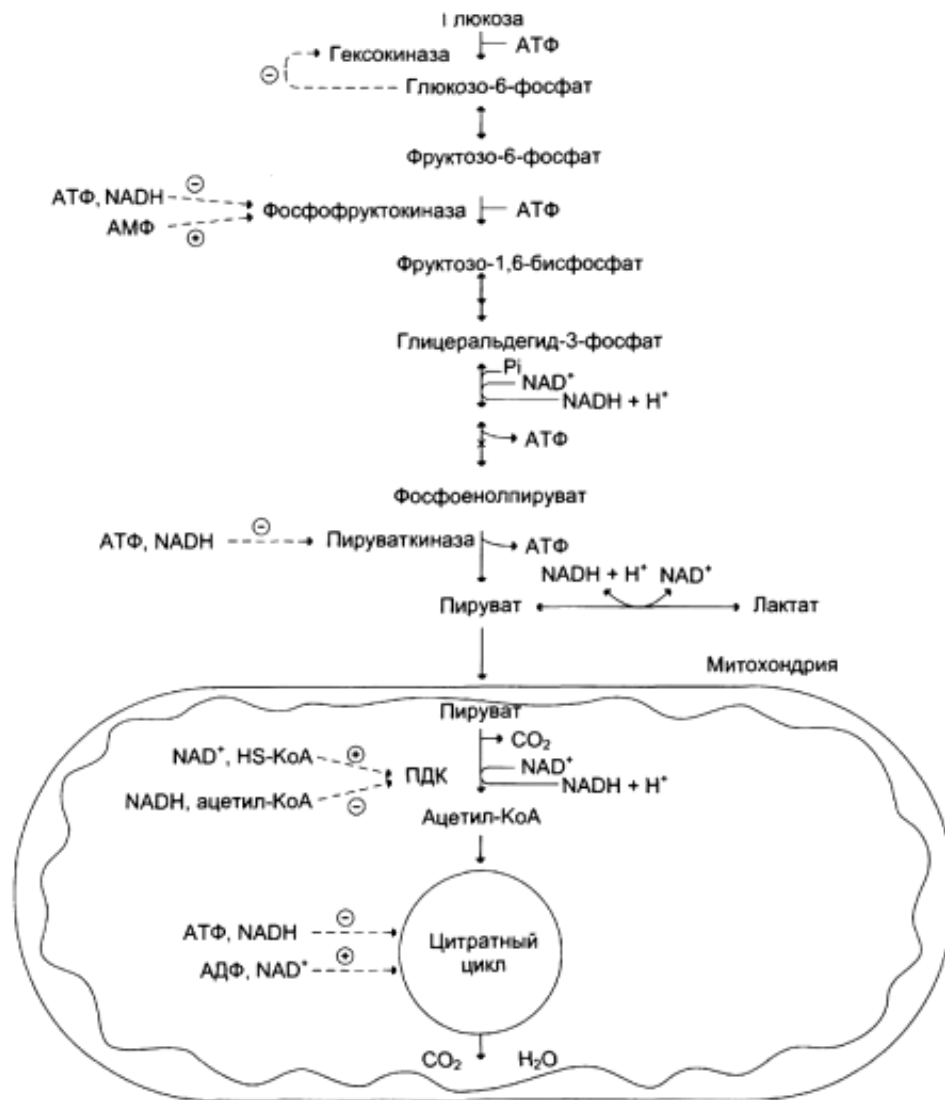


Рисунок 3.2. Общая схема метаболизма глюкозы

Задание 3.4. Перечислите вещества, из которых образуется пируват:

Задание 3.5. Ацетил-КоА образуется в митохондриях в следующих процессах:

1.

2.

3.

Задание 3.6. Пронумеруйте на схеме (рис. 3.3) последовательность реакций ЦТК, укажите места образования восстановительных эквивалентов и количество АТФ, образующихся в ЦПЭ:

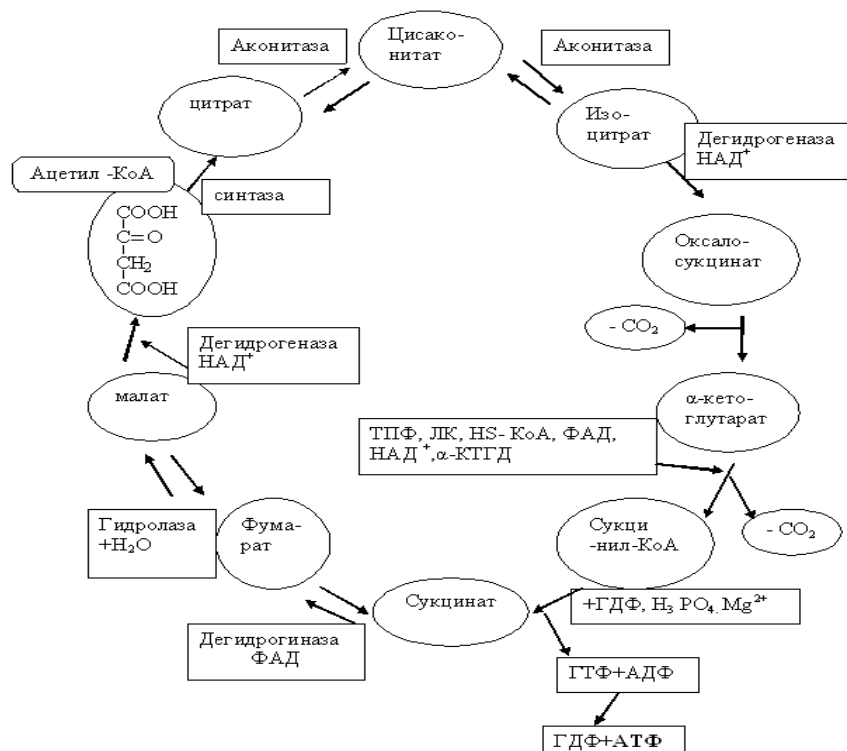


Рисунок 3.3. Последовательность реакций ЦТК

Задание 3.7. На рис. 3.4 изображена дыхательная цепь. Она представляет собой совокупность сложноорганизованных молекул-переносчиков, последовательно расположенных во внутренней мембране митохондрии. Традиционно переносчики объединяют в 4 комплекса и 5 комплекс АТФ-аза (фермент, участвующий в процессе окислительного фосфорилирования). Рассмотрите рисунок и заполните таблицу.

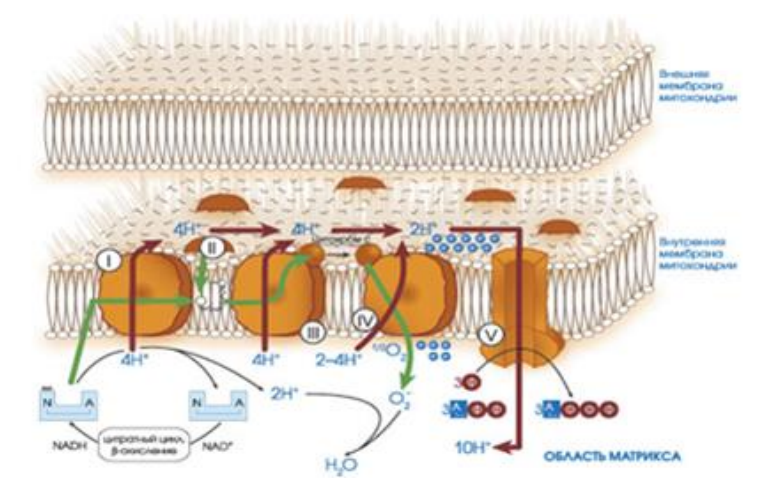


Рисунок 3.4. Организация дыхательной цепи

Организация дыхательной цепи			
Название комплекса	Общие особенности строения и расположения в мембране митохондрии	Компоненты дыхательной цепи, образующие комплекс	Краткая характеристика компонентов

Задание 3.8. Укажите биологическую роль общего пути катаболизма:

1. _____
2. _____
3. _____

Общая сумма образовавшихся молекул АТФ составляет: _____

Задание 3.9. Дайте определение понятию «окислительное фосфорилирование». Как связаны этот процесс и общий путь катаболизма?

Окислительное фосфорилирование _____

Задание 3.10. Перечислите основные гипотезы, объясняющие механизм сопряжения дыхания и фосфорилирования; укажите разработчиков теорий:

1. _____
2. _____
3. _____

Задание 3.11. Используя данные таблицы 3.2, сделайте вывод о возможности образования молекул АТФ при переходе от одного компонента цепи к другому, если известно, что для образования макроэргической связи необходима разность потенциалов, составляющая 0,15 В.

Таблица 3.2 – Окислительно-восстановительные потенциалы отдельных компонентов дыхательной цепи

Компонент	$E_0, В$	$\Delta E_0, В$	Образование АТФ
NAD ⁺ / NADH	-0,32		
FMN / FMNH ₂	-0,30		
FeS / FeS (2e)	- 0,25		
Q / QH ₂	+ 0,02		
Цитохром b (Fe ³⁺ /Fe ²⁺)	+ 0,03		
Цитохром c ₁ (Fe ³⁺ /Fe ²⁺)	+ 0,22		
Цитохром c (Fe ³⁺ /Fe ²⁺)	+ 0,24		
Цитохром a/a ₃ (Fe ³⁺ /Fe ²⁺)	+ 0,25, + 0,39		
O ²⁻ / 1/2O ₂	+ 0,82		

Укажите стадии ЦПЭ, где выделяется энергия окисления, достаточная для образования молекулы АТФ:

1. _____
2. _____
3. _____

Задание 3.12. Какие вещества и по какой причине приводят к разобщению дыхания и фосфорилирования?

МОДУЛЬ 2

СТРУКТУРНЫЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

ТЕМА 1. Взаимодействие между клетками и их окружением

Цель занятия: изучить молекулярные основы взаимодействия между клетками и их окружением.

Вопросы для подготовки:

1. Молекулярная структура межклеточного пространства.
 - 1.1. Межклеточный матрикс.
 - 1.2. Структурные элементы межклеточного пространства: коллагены, протеогликаны, адгезивные белки.
2. Молекулярные основы межклеточных взаимодействий:
 - 2.1. Классификация межклеточных контактов.
 - 2.1.1. Контакты простого типа (типы, молекулярные основы строения).
 - 2.1.2. Контакты сцепляющего типа (типы, молекулярные основы строения).
 - 2.1.3. Контакты запирающего типа (плотное соединение).
 - 2.1.4. Контакты коммуникационного типа (типы, молекулярные основы строения).
 - 2.2. Понятие о трансмембранном сигналинге.
3. Молекулы клеточных оболочек: гемицеллюлоза, пектины, белки.

Литература:

1. Лекция.
2. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 121–124)
3. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 292–300)

Практическая работа

Задание 1.1. Около одной шестой части общего объёма тела человека составляет пространство между клетками, или межклеточное (интерстициальное) пространство. Жидкость, находящаяся в этом пространстве называют межклеточной (интерстициальной). Помимо жидкости межклеточное пространство содержит твёрдые структуры.

На рисунке 1.1 в упрощённом виде представлены три главных компонента межклеточного матрикса. Дайте им краткую характеристику.

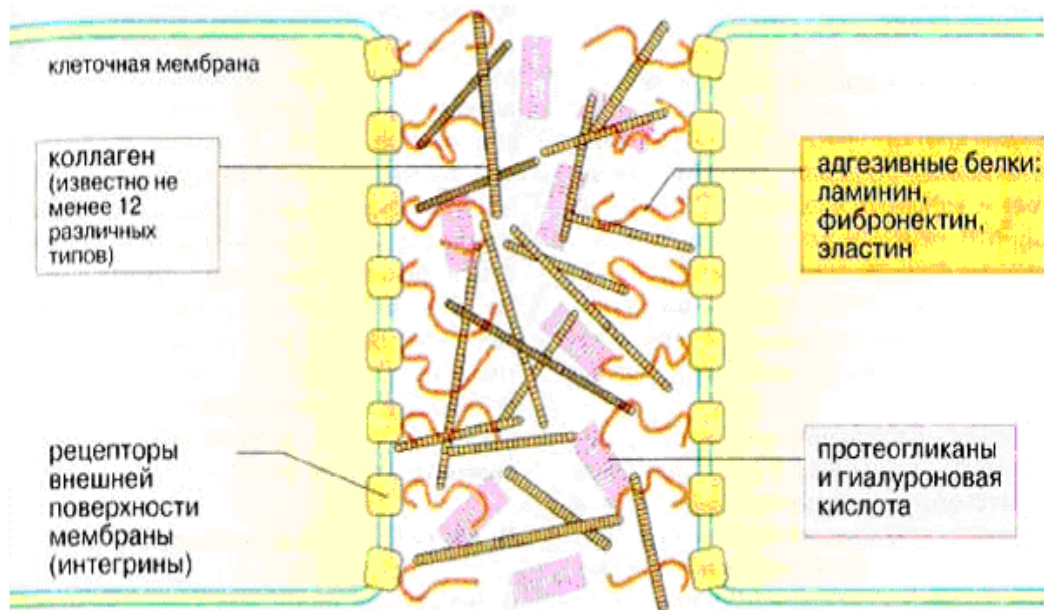
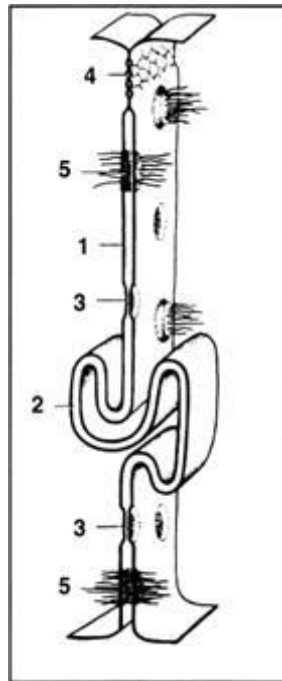


Рисунок 1.1. Молекулярная структура межклеточного пространства

№ п/п	Компоненты межклеточного матрикса	Типы (разновидности)	Химическая структура	Функции

Задание 1.2. Перечислите функции межклеточного матрикса.

Задание 1.3. Классифицируйте межклеточные контакты (по функциональным свойствам). Сделайте соответствующие обозначения на рисунке. Заполните таблицу.



- 1.
- 1a -
- 1б -
- 2.
- 2a -
- 2б -
- 3.
- 4.
- 4a -
- 4б -

Рисунок 1.2. Межклеточные контакты

№ п/п	Тип межклеточного соединения	Молекулы каких веществ формируют соединение?	Механизм образования контакта	Где в организме встречаются (примеры)?
1				
2				

3				
4				
5				
6				
7				

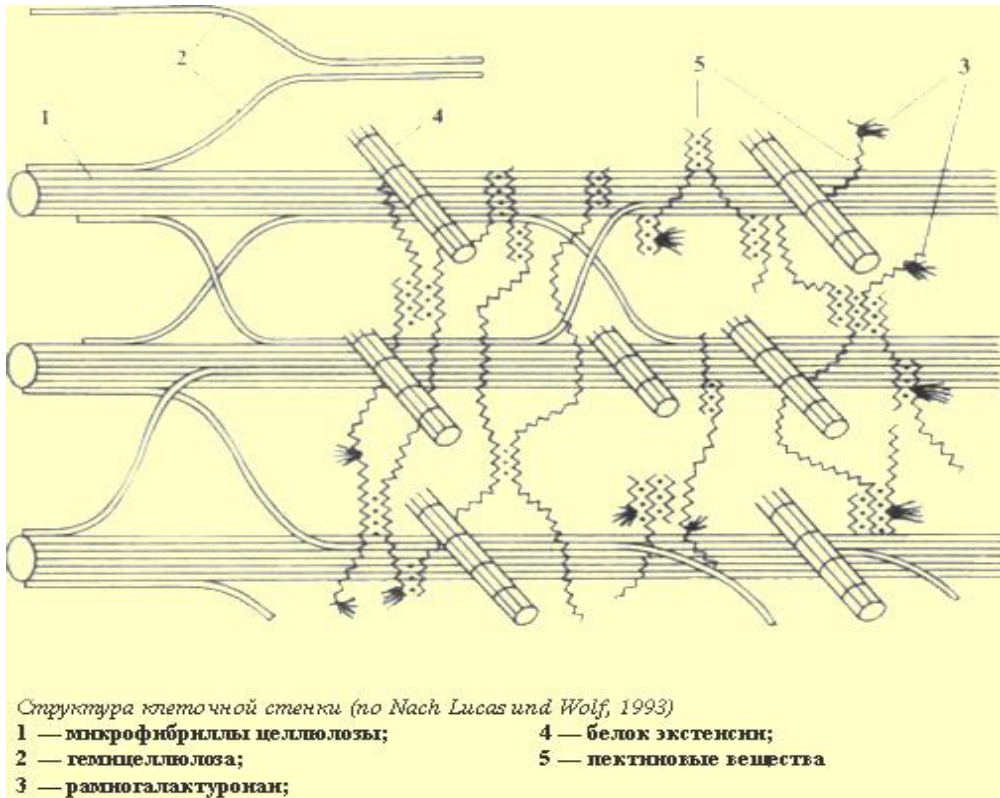


Рисунок 1.4. Структура клеточной стенки (по Nach Lucas und Wolf, 1993)

Строение и функции отдельных элементов клеточной стенки растений:

№ п/п	Компонент клеточной стенки	Химическая структура	Функции в составе клеточной стенки (связь структуры и функции)

Принципы взаимодействия компонентов клеточной стенки растений:

Функции клеточной стенки:

ТЕМА 2. Система цитоплазматических мембран: структура, функции, способы движения

Цель занятия:

- получить представление о системе внутриклеточных мембран, строении и функциях органоидов ими образованных;
- расширить представление о внутриклеточном транспорте веществ.

Вопросы для подготовки:

1. Понятие о системе внутриклеточных мембран.
2. Основные методы исследования, применяемые для анализа состава и строения внутриклеточных мембран:
 - 2.1. Радиоавтография.
 - 2.2. Зелёный флуоресцентный белок (green fluorescent protein, GFP).
 - 2.3. Препаративное центрифугирование.
3. Молекулярное строение и функции ЭПР.
4. Молекулярное строение и функции аппарата Гольджи.
5. Молекулярное строение и функции лизосом.
6. Химия вакуолей растительных клеток.
7. Внутриклеточный транспорт веществ во взаимосвязи с особенностями строения и функционирования системы внутриклеточных мембран.
 - 7.1. Молекулярные основы, типы и функции везикулярного транспорта.
 - 7.2. Посттрансляционное перемещение белков в пероксисомы, митохондрии и хлоропласты.

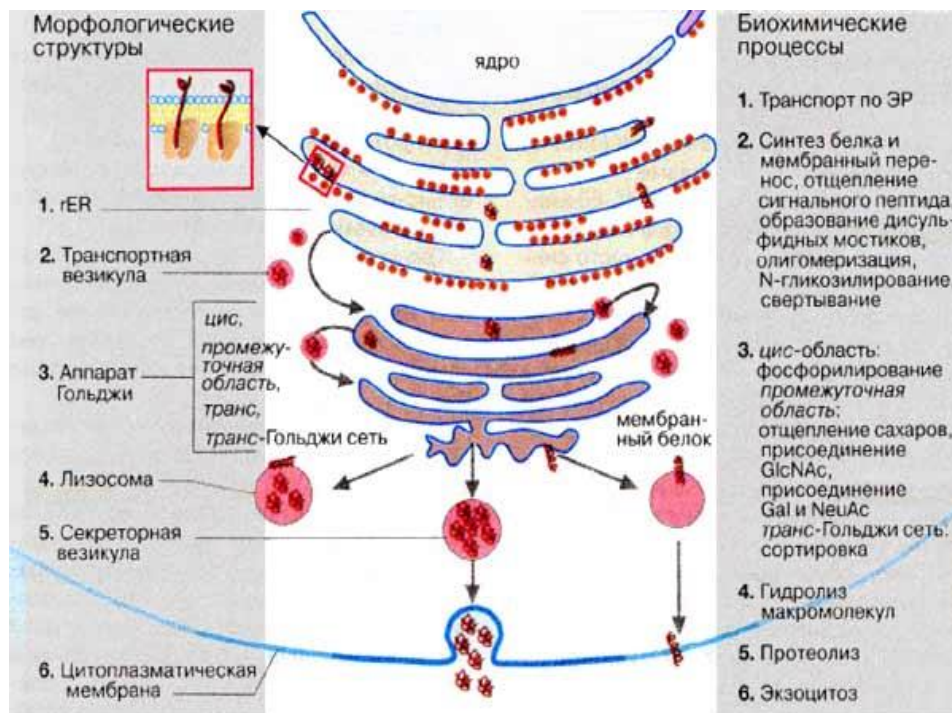
Литература:

1. Лекция.
2. Мусил, Я. Современная биохимия в схемах / Я. Мусил [и др.]; под общ. ред. Я. Мусил. – 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 216 с. (с. 105–107)

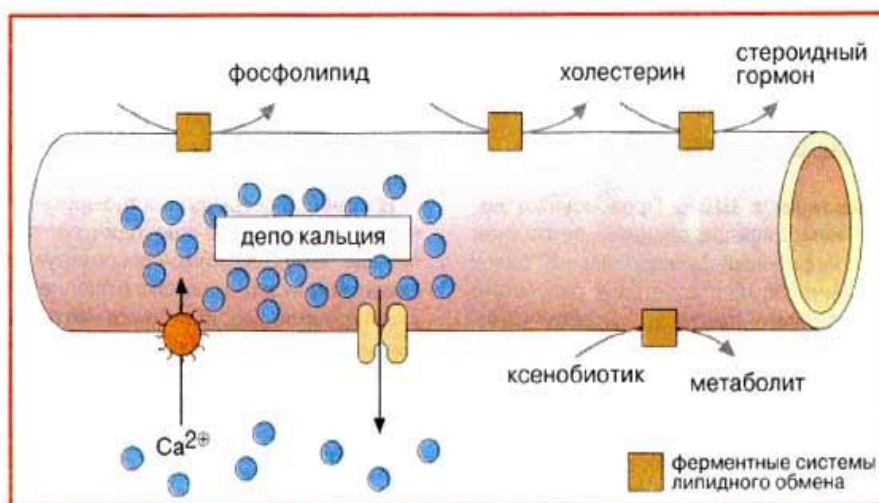
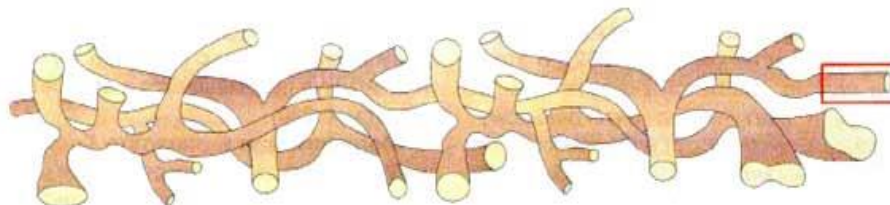
Практическая работа

Задание 2.1. Что подразумевают под понятием «система внутриклеточных мембран»?

Задание 2.3. Рассмотрите рисунок 2.1. Пользуясь изображением, опишите строение и перечислите функции ЭПР, аппарата Гольджи и лизосом в клетке.



А. Шероховатый эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи



Б. Гладкий эндоплазматический ретикулум

Рисунок 2.1. Одномембранные органоиды клетки

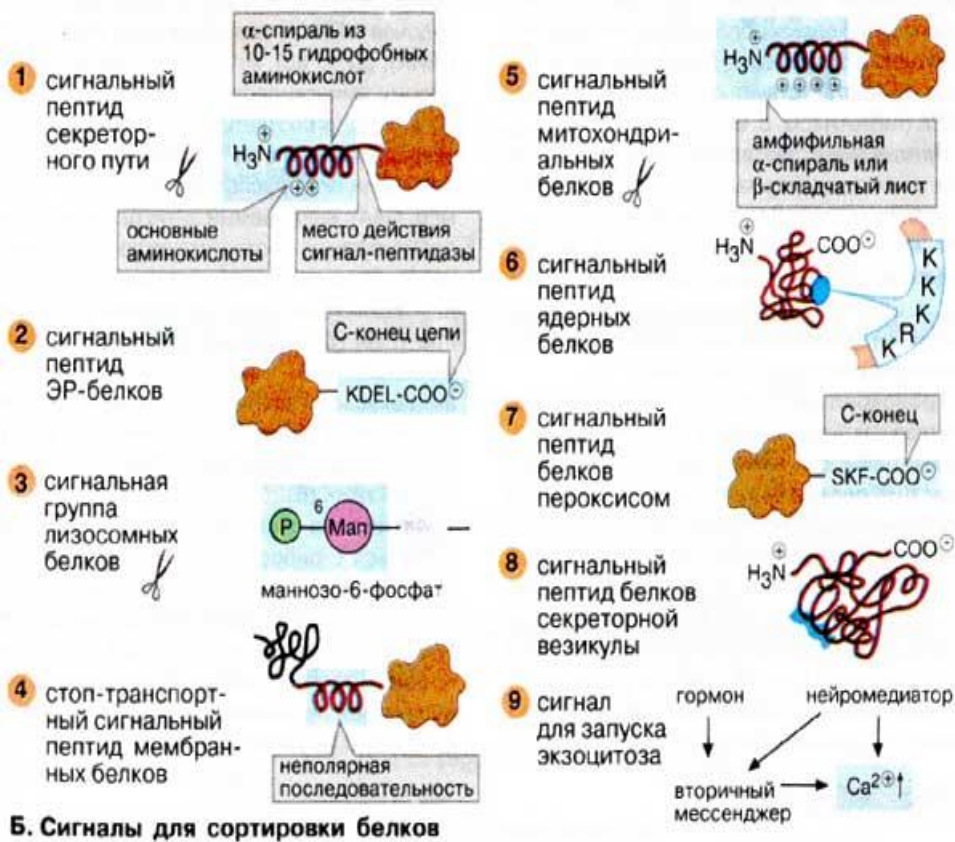
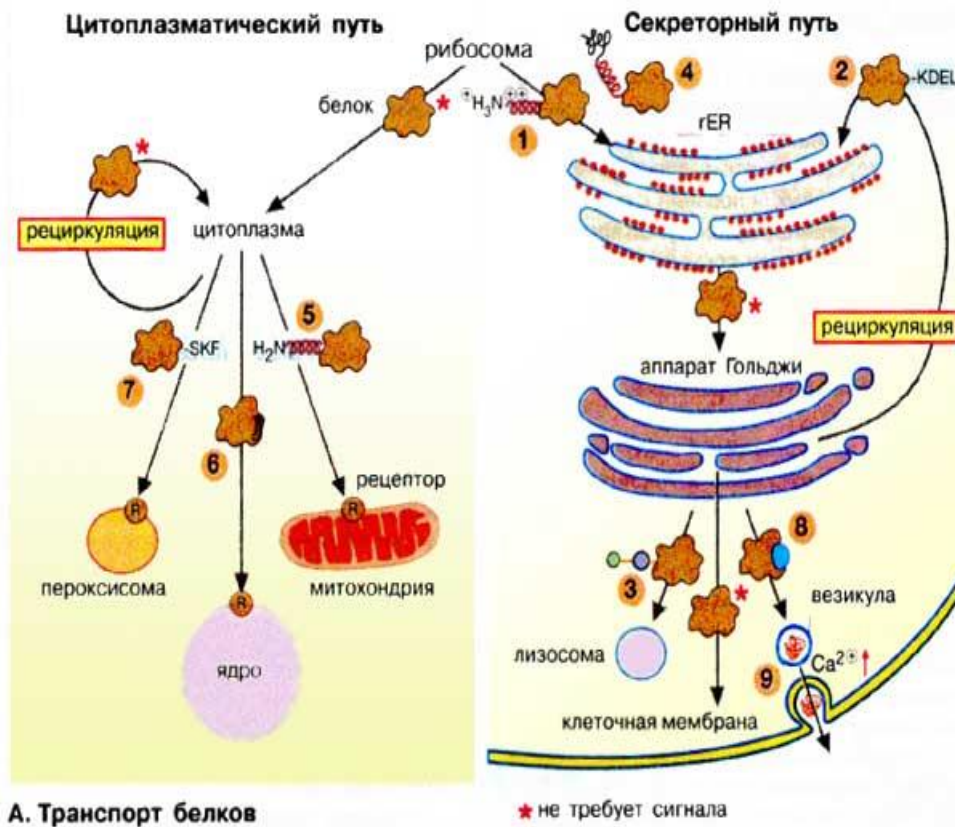


Рисунок 2.2. Пути перемещения белков в клетке

МОДУЛЬ 3

ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНОМА И ПЕРЕДАЧА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

ТЕМА 1. Природа гена и генома

Цель занятия: изучить особенности структурной и функциональной организации генетического материала.

Вопросы для подготовки:

1. Природа гена и генома.
 - 1.1. Концепция «ген как единица наследственности».
 - 1.2. Хромосомы – физические носители генов.
2. Нуклеиновые кислоты как основа для хранения и реализации генетической информации в клетке.
3. Основной постулат молекулярной биологии.
4. Программа «Геном человека»: ожидания, реальность, перспективы.

Литература:

1. Лекция.
2. Чиркин, А.А. Биохимия: учебное руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Медицинская литература, 2010. – 624 с. (с. 352–413)
3. Чиркин, А.А. Биохимия: учебник / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – Мн.: Вышэйшая школа, 2017. – С. 323–353.
4. Беясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Беясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 10–86)
5. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 5–148)
6. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации: учебное пособие / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин. – Мн.: Высш. шк., 2005. – 463 с.

Практическая работа

Задание 1.1. Сформулируйте основной постулат молекулярной биологии. Как на протяжении времени менялись представления о носителе генетической информации?

Задание 1.3. Ниже представлена схема строения молекулы ДНК. Сделайте соответствующие обозначения на рисунке 5.1.

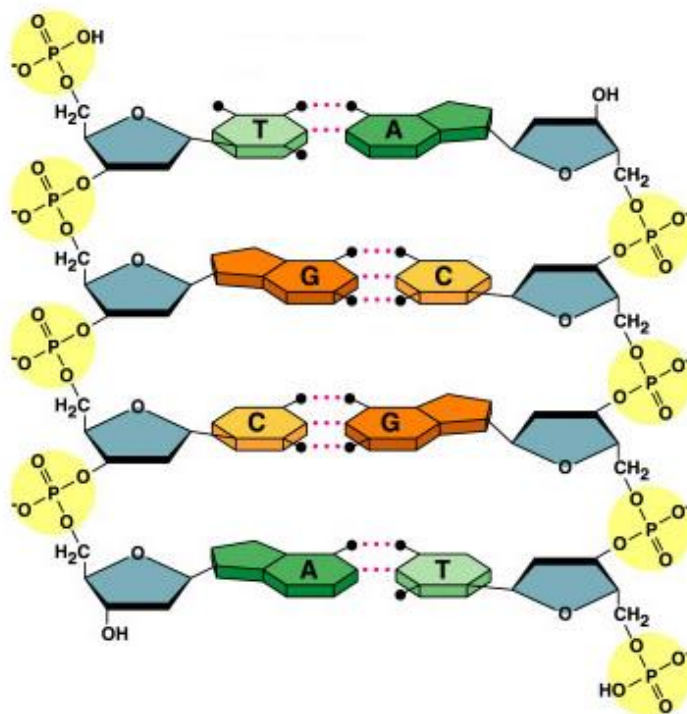


Рисунок 1.1. Схема строения ДНК

Обозначьте:

1. – остатки углеводных молекул;
2. – остатки фосфорной кислоты;
3. – азотистые основания;
4. – водородные связи.

Задание 1.4. В таблице 1.1. отражены особенности строения молекулы ДНК (виды азотистых оснований в составе, порядок взаимодействия компонентов). Заполните таблицу.

Таблица 1.1 – Название и состав нуклеозидов и нуклеотидов

Азотистые основания	Нуклеозиды (основание + углевод)	Нуклеотиды (нуклеозид + фосфорная кислота)
Пуриновые:		
1.		
2.		
Пиримидиновые:		
1.		
2.		
3.		

Задание 1.5. На рис. 1.2 изображены особенности состояния генетического материала в клетке и показано местоположение отдельных его элементов. Рассмотрите рисунок и составьте цепочку, характеризующую последовательность увеличения сложности элементов генома (от простого к сложному):

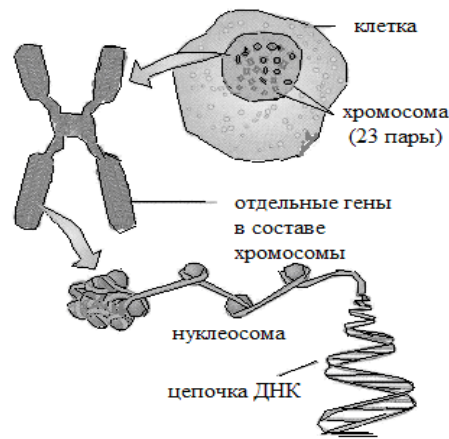


Рисунок 1.2. Отдельные элементы генома

Цепочка ДНК →

Задание 1.6. Опишите уровни структурной организации молекулы ДНК.

Уровень организации	Особенности структуры

Задание 1.11. Перечислите функции РНК:

1. _____
2. _____

Задание 1.12. Дайте сравнительную характеристику ДНК и РНК. Заполните таблицу:

Параметры для сравнения	ДНК	Основные типы РНК		
Локализация в клетке				
Строение молекулы: – виды азотистых оснований в составе – углеводный компонент – количество полимерных цепочек в составе молекулы – конфигурация молекулы в пространстве				
Роль в клетке				

Таким образом, молекулы ДНК и РНК отличаются по трём основным признакам:

1. _____
2. _____
3. _____

ТЕМА 2. Репликация и репарация ДНК

Цель занятия: изучить особенности репликации в эукариотических клетках и клетках прокариот.

Вопросы для подготовки:

1. Репликация:
 - 1.1. Сущность процесса репликации.
 - 1.2. Регуляция процесса.
 - 1.3. Биологическая роль.
2. Молекулярные основы репаративного синтеза ДНК.
3. Ключевая роль матричных синтезов в происхождении жизни на Земле и эволюции живых существ.

Литература:

1. Лекция.
2. Чиркин, А.А. Биохимия: учебное руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Медицинская литература, 2010. – 624 с. (с. 352–413)
3. Чиркин, А.А. Биохимия: учебник / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – Мн.: Вышэйшая школа, 2017. – С. 323–353.
4. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 10–86)
5. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 5–148)
6. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации: учебное пособие / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин. – Мн.: Выш. шк., 2005. – 463 с.

Практическая работа

Задание 2.1. Укажите условия, необходимые для биосинтеза ДНК:

1. _____

2. _____

3. _____

Задание 2.2. На рис. 2.1. изображен процесс биосинтеза ДНК – репликация. Рассмотрите рисунок 2.1. Сделайте соответствующие обозначения. Заполните таблицу.

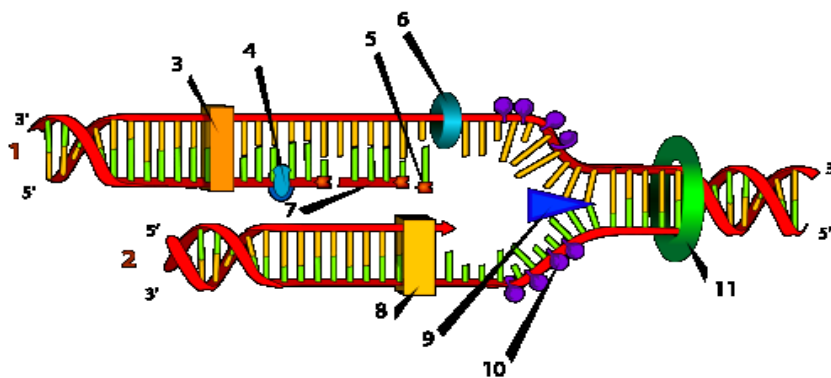


Рисунок 2.1. Схема процесса репликации ДНК

- | | |
|-----|------|
| 1 – | 6 – |
| 2 – | 7 – |
| 3 – | 8 – |
| 4 – | 9 – |
| 5 – | 10 – |

Основные ферменты, принимающие участие в процессе репликации					
№	Название	Типы	Строение	Место локализации	Функции

Задание 2.3. Высокая точность репликации ДНК не является абсолютной. Множество химических и физических агентов вызывают повреждения ДНК. Повреждённые участки могут быть подвергнуты репарации, замещены путём рекомбинации или остаться без изменений.

Дайте определение понятию «репарация» и кратко опишите основные её этапы.

Репарация _____

1. _____

2. _____

3. _____

Задание 2.4. Заполните таблицу:

Репарационная система	Тип репарируемого повреждения. Особенности процесса
Mismatch	

Прямая	
Эксцизия оснований	
Эксцизия нуклеотидов	

Задание 2.5. Охарактеризуйте ферменты, принимающие участие в процессах репарации:

Фермент	Свойства
Эндонуклеазы	
Экзонуклеазы	
ДНК-полимераза	
ДНК-хеликаза	
ДНК-лигаза	

ТЕМА 3–4. Экспрессия генов. Транскрипция, трансляция

Цель занятия: изучить особенности процессов транскрипции и трансляции в эукариотических клетках и клетках прокариот.

Вопросы для подготовки:

1. Транскрипция.
 - 1.1. Сущность процесса транскрипции.
 - 1.2. Стадии процесса.
 - 1.3. Особенности протекания процессов транскрипции у прокариот и эукариот.
2. Процессинг.
3. Трансляция.
 - 3.1. Сущность процесса трансляции.
 - 3.2. Стадии процесса.
 - 3.3. Регуляция процесса.

Литература:

1. Лекция.
2. Чиркин, А.А. Биохимия: учебное руководство / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – М.: Медицинская литература, 2010. – 624 с. (с. 352–413)
3. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учеб. пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с. (с. 10–86)
4. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 5–148)
5. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации: учебное пособие / С.Б. Бокуть, Н.В. Герасимович, А.А. Милютин. – Мн.: Высш. шк., 2005. – 463 с.

Практическая работа

Биосинтез белка в клетке происходит в несколько этапов. Каждому этапу соответствует сложный многоступенчатый процесс.

Задание 3.1. Дайте определения понятиям:

Генетический код _____

Репликация _____

Реплисома _____

Транскрипция _____

Трансляция _____

Полисома _____

Кодон _____

Антикодон _____

Процессинг _____

Задание 3.2. Назовите процессы, которые включает в себя синтез белка, и укажите место их протекания в клетке:

1. _____

2. _____

3. _____

Задание 3.3. Укажите необходимые факторы для белоксинтезирующей системы клеток:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Задание 3.4. Перечислите и кратко охарактеризуйте этапы процесса транскрипции:

Задание 3.8. Укажите способы регуляции биосинтеза белков:

Задание 3.9. Используя рисунок 3.2, кратко охарактеризуйте основные этапы биосинтеза белка. Отметьте локализацию этих процессов в клетке. Приготовьтесь к рассказу по схеме на занятии.

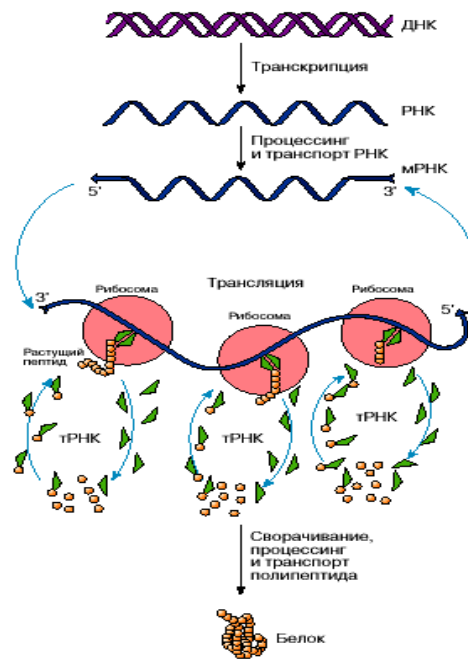


Рисунок 3.2. Процессы, происходящие при биосинтезе белка

МОДУЛЬ 4 ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК И МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

ТЕМА 1. Молекулярные основы деления клеток

Цель занятия: изучить молекулярные основы процесса деления клетки.

Вопросы для подготовки:

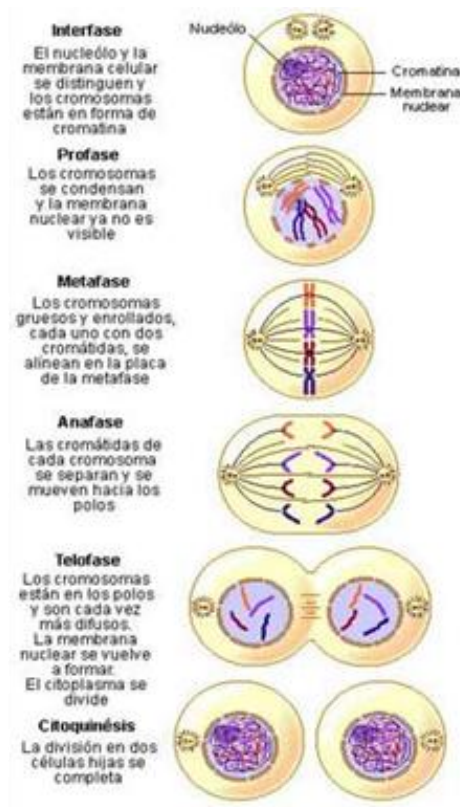
1. Представление о клеточном цикле. Фазы клеточного цикла.
2. Митоз: молекулярные основы процесса.
3. Мейоз: молекулярные основы процесса. Генетическая рекомбинация в процессе мейоза.

Литература:

1. Лекция.
2. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 5–148)
3. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / Б. Албертс [и др.]; под общ. ред. Б. Албертса. – 2-е изд., пер. с англ. – М.: Мир, 1994. – 3 т. (394–468)

Практическая работа

Задание 1.1. Используя рисунок, кратко охарактеризуйте молекулярные основы отдельных стадий митоза.



Стадия митоза	Изменения, происходящие в клетке в этот период	Молекулярные основы изменений

Задание 1.2. Используя рисунок, опишите сущность процесса мейоза и его значение.



Мейоз – _____

Процесс мейоза состоит из...

ТЕМА 2–4. Ядро клетки и контроль экспрессии генов

Цель занятия: изучить молекулярные основы процессов клеточного цикла.

Вопросы для подготовки:

1. Представление о клеточном цикле. Фазы клеточного цикла.
2. Регуляция клеточного цикла. Циклины и циклин-зависимые киназы (Cdk). Активаторы и ингибиторы циклин-зависимых киназ.

Литература:

1. Лекция.
2. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология: учеб. пособие для студентов медицинских вузов / Н.Н. Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 544 с. (с. 5–148)
3. Молекулярная биология клетки: в 3 т. / Б. Албертс [и др.]; под общ. ред. Б. Албертса. – 2-е изд., пер. с англ. – М.: Мир, 1994. – 3 т. (с. 394–468)

Практическая работа

Задание 2.1. Дайте определение понятию «клеточный цикл». Рассмотрите рисунок 2.1, заполните таблицу.

Клеточный цикл –

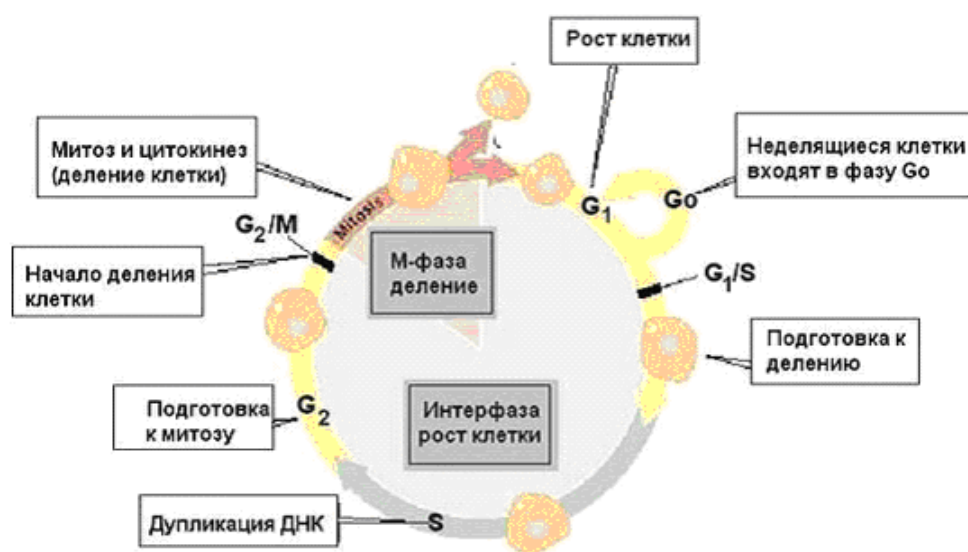


Рисунок 2.1. Клеточный цикл

Фаза клеточного цикла	Изменения, происходящие в клетке в этот период	Молекулярные основы изменений

Задание 2.2. Каким образом осуществляется регуляция клеточного цикла? Каковы молекулярные основы процессов регуляции?

Регуляция клеточного цикла осуществляется посредством...

Задание 2.3. Кратко охарактеризуйте строение циклинзависимых киназ (Cdk) и их роль в регуляции клеточного цикла. Заполните таблицу.

Период клеточного цикла	Киназа/киназы, характерные для данного периода	Специфические циклины, характерные для данного периода
G1 период		
R-пункт периода G1		
переход из G1 в S период		
переход из S в G2 период		
переход из G2 периода в митоз (M период)		

Задание 2.4. Перечислите способы регуляции содержания и активности циклинзависимых киназ.

Способы регуляции активности циклинзависимых киназ:

а) _____

б) _____

в) _____

ТЕМА 5–6. Методы клеточной и молекулярной биологии

Цель занятия: изучить основные методы клеточной и молекулярной биологии.

Вопросы для подготовки:

1. Микроскопия:
 - 1.1. Световая микроскопия.
 - 1.2. Трансмиссионная электронная микроскопия.
 - 1.3. Санирующая электронная микроскопия.
2. Использование радиоизотопной техники.
3. Понятие о клеточных культурах. Особенности их использование в клеточной и молекулярной биологии.
4. Дифференциальное центрифугирование, разделение и очистка макромолекул.
5. Методы определения количества белков и нуклеиновых кислот. Определение структуры белков.
6. Гибридизация нуклеиновых кислот. Технология рекомбинантных ДНК.

Литература:

1. Лекция.
2. Самостоятельный поиск литературы.

Практическая работа

Задание 5.1. Дайте краткую характеристику основным методам, используемым в клеточной и молекулярной биологии.

Световая микроскопия – _____

Трансмиссионная электронная микроскопия – _____

Сканирующая электронная микроскопия – _____

Дифференциальное центрифугирование клеточных компонентов _____

Ультрацентрифугирование – _____

Задание 5.2. Как используются в молекулярной биологии следующие процессы:

Разделение и очистка макромолекул – _____

Определение структуры белков – _____

Определение количества белков и нуклеиновых кислот – _____

Гибридизация нуклеиновых кислот – _____

Технология рекомбинантных РНК – _____

ПРОГРАММНЫЕ ВОПРОСЫ

Тема 1. Введение в молекулярную биологию. Химические основы жизни

1. Признаки живой материи. Клеточный уровень организации живых систем.
2. Биологические часы возникновения и развития жизни на земле.
3. относительные размеры клеток и их компонентов. Вирусы. Прокариоты. Формирование эукариот.
4. Молекулярная биология и филогенетическое дерево. Шесть типов модельных организмов.
5. Ковалентные связи. Нековалентные связи. Кислоты, щелочи и буферные растворы. Природа биологических молекул. четыре типа биологических молекул: углеводы, липиды, белки и нуклеиновые кислоты. Формирование макромолекулярных и надмолекулярных структур.
6. Важнейшие молекулярные процессы для человека: 1) свободные радикалы, старение и болезни; 2) нарушение фолдинга белков как причина заболеваний.
7. Примеры молекулярных методов: шапероны и протеасомы как способ поддержки правильности фолдинга белков.

Тема 2. Биоэнергетика и метаболизм

8. Законы термодинамики. Энергетика метаболических реакций.
9. Факторы, влияющие на активность ферментов (концентрация субстрата, фермента, pH, температура, активаторы, ингибиторы).
10. Ферментативные метаболические пути (катаболизм, анаболизм), регуляция. Понятие о карте метаболизма. Образование (окислительное фосфорилирование, субстратное фосфорилирование) и расходование (движение, трансмембранный перенос веществ, биосинтезы) энергии.

Тема 3. Структура и функция плазматических мембран

11. Функции мембран. Химическое строение мембран. Модели мембран. Перенос веществ через мембраны. Мембранные липиды и жидкостность мембран.
12. Динамическая природа плазматических мембран. Модели мембран. Перенос веществ через мембраны. Мембранные потенциалы и нервные импульсы.

Тема 4. Аэробное дыхание и митохондрии

13. Структура и функции митохондрий. Дыхательная цепь внутренней мембраны митохондрий.

14. Роль митохондрий в образовании АТФ, хемиосмотическая гипотеза образования электрохимического потенциала. «Молекулярная машина» для синтеза АТФ.

15. Образование активных метаболитов кислорода в митохондриях и их биологическая роль. Пероксисомы.

Тема 5. Взаимодействия между клетками и их окружением

16. Молекулярная структура межклеточного пространства и его функции. Взаимодействие клеток с компонентами межклеточного пространства.

17. Молекулярные основы межклеточных взаимодействий.

18. Типы и молекулы прикрепления клеток к межклеточному матриксу. Десмосомы.

19. Понятие о трансмембранном сигналинге. Молекулы клеточных оболочек: гемицеллюлоза, пектины, белки.

Тема 6. Система цитоплазматических мембран: структура, функции, способы движения

20. Понятие о системе внутриклеточных мембран. Методы исследования: радиография, применение GFP, препаративное центрифугирование).

21. Молекулярное строение и функции ЭПР, аппарата Гольджи, лизосом.

22. Молекулярное строение и функции везикулярного транспорта. Химия вакуолей растительных клеток. Эндоцитоз. Посттрансляционное перемещение белков в пероксисомы, митохондрии и хлоропласты.

Тема 7. Цитоскелет и молекулярные основы клеточной подвижности

23. Молекулярное строение и функции цитоскелета: микротрубочки, филаменты и микрофиламенты.

24. Сокращение мышечных волокон, немышечная подвижность. Цилия и флагелла. Биохимические моторы. Энергетика движений клеточных элементов.

Тема 8. Природа гена и генома

25. Концепция «ген как единица наследственности». Хромосомы – физические носители генов. Химическая природа генов.

26. Структура генома. Стабильность генома. Программа «Геном человека»: ожидания, реальность и перспективы.

Тема 9. Экспрессия генетического материала: от транскрипции до трансляции

27. Основной постулат молекулярной биологии. Особенности транскрипции у прокариот и эукариот. Синтез и процессинг рРНК, тРНК и иРНК. Малые некодирующие РНК и интерферирующие РНК (siRNA).

28. Генетический код. Особенности митохондриального генетического кода. Адаптерная роль аминоацил-тРНК. Молекулярные основы трансляции.

Тема 10. Клеточное ядро и контроль экспрессии генов

29. Молекулярное строение ядра эукариотической клетки.

30. Контроль экспрессии генов у прокариот. Контроль экспрессии генов у эукариот.

31. Уровни контроля экспрессии генов: транскрипционный, процессинга, трансляционный, посттрансляционный. Определение стабильности белков.

Тема 11. Репликация ДНК и репаративный синтез ДНК

32. Молекулярные основы репликации ДНК и ее биологическая роль. Молекулярные основы репаративного синтеза ДНК.

33. Ключевая роль матричных синтезов в происхождении жизни на Земле и эволюции живых организмов.

Тема 12. Молекулярные основы деления клеток

34. Химия клеточного цикла. Циклины и циклин-зависимые киназы (Cdk). Cdk-ингибиторы (белки p21, p27).

35. Митоз. Мультипротеиновые комплексы – кохезин и конденсин. SCF и APC активности в процессе клеточного цикла. Цитокинез, тубулин и микротрубочки.

36. Мейоз. Генетическая рекомбинация в процессе мейоза.

Тема 13. Коммуникации между клетками: клеточный сигналинг и трансдукция (передача) сигнала

37. Основные компоненты клеточной сигнальной системы. Внеклеточные сигнальные молекулы и их рецепторы.

38. G-белок ассоциированные рецепторы и их внутриклеточные рецепторы.

39. Участие тироксинкиназы в передаче сигнала. Кальций как внутриклеточный посредник. Взаимодействия различных сигнальных путей. Роль NO как межклеточного посредника.

40. Апоптоз – запрограммированная гибель клеток.

Учебное издание

ГУРСКАЯ Анастасия Ивановна

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Методические рекомендации

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Л.В. Рудницкая

Подписано в печать 04.05.2026. Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 7,91. Уч.-изд. л. 1,80. Тираж 36 экз. Заказ 45.

Издатель и полиграфическое исполнение — учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.