

*Билич Габриэль Лазаревич* — доктор медицинских наук, профессор, автор атласов-бестселлеров по анатомии, 474 научных работ, 20 учебников, 18 учебных пособий и 12 монографий, академик Международной академии наук.

*Зигалова Елена Юрьевна* — автор более 23 научных работ, среди которых 3 учебных пособия, 4 монографии, а также 3 анатомических атласа.

**Билич, Габриэль Лазаревич.**  
Б61      Анатомия : русско-латинский атлас-раскраска / Г.Л. Билич, Е.Ю. Зигалова. — Москва : Эксмо, 2020. — 328 с. : ил. — (Медицинский атлас ).  
ISBN 978-5-04-099814-2

Учить латинские названия анатомических структур еще никогда не было так просто! Самый популярный в России русско-латинский атлас анатомии человека в новом современном формате раскраски.

Секрет методики, применяемой в этой книге, заключается в том, что сначала вы видите орган и читаете информацию о нем, так включается зрительная память. Затем вы выбираете, каким цветом и что вы будете рисовать, и раскрашиваете орган различными цветами, так включаются кинестетическая и мышечная память. Процесс запоминания информации станет быстрее и интереснее, а знания, полученные новым способом, останутся с вами надолго!

Изучайте строение клетки, тканей и органов с помощью атласа-раскраски и открывайте для себя удивительный мир строения человеческого тела.

УДК 611:811.124(038)  
ББК 28.706+81.2Латин-4

# СОДЕРЖАНИЕ

---

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4	Женские половые органы.....	162
Советы по работе с рисунками .....	4	Полость живота .....	170
КЛЕТКА.....	6	Брюшина и брюшинная полость.....	170
Строение клетки.....	8	СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА .....	172
Ядро.....	14	Сердце .....	176
Клеточный цикл.....	16	Кровоснабжение тела человека .....	182
ТКАНИ.....	20	Лимфоидная система .....	212
КОСТИ · СОЕДИНЕНИЯ · МЫШЦЫ .....	30	Лимфоидные органы (органы кроветворения и иммунной системы) .....	212
Скелет и его соединения.....	30	ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ .....	228
Скелет туловища .....	32	НЕРВНАЯ СИСТЕМА.....	240
Череп.....	38	Центральная нервная система (ЦНС).....	240
Соединения костей.....	50	Вегетативная (автономная) нервная система (ВНС).....	288
Скелетные мышцы.....	52	ОРГАНЫ ЧУВСТВ.....	298
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА .....	100	Орган зрения .....	298
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА.....	122	Орган слуха и равновесия (преддверно-улитковый орган).....	306
МОЧЕПОЛОВОЙ АППАРАТ .....	144	Орган обоняния .....	312
Мочевые органы .....	148	Орган вкуса .....	312
Мужские половые органы.....	154	Кожа — орган осязания.....	316
Внутренние мужские половые органы.....	154	СПИСОК РИСУНКОВ .....	324
Наружные мужские половые органы.....	160		

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

**А**натомия человека традиционно (и заслуженно) является одной из фундаментальных наук в системе медицинского и биологического образования. Именно анатомия — первая и, пожалуй, единственная дисциплина, которая дает будущему специалисту абсолютно необходимые для его дальнейшей деятельности полные знания о строении тела человека.

Анатомия человека относится к биологии, которая, будучи единой, включает два основных раздела: морфологию и физиологию. Морфология изучает форму и строение организмов, физиология — их жизнедеятельность. Анатомия является частью морфологии. Анатомия человека (в широком смысле) состоит из макроанатомии, микроанатомии (гистологии) и ультрамикроскопической анатомии (цитологии).

Анатомия человека — наука описательная. Преподавание проводится на натуральных трупных препаратах, но для эффективного обучения и, главное, усвоения огромного объема материала недостаточно учебников, даже самых лучших. Необходимы четкие, понятные, информативные схемы и рисунки, созданные на основе натуральных анатомических препаратов, иллюстрирующие, информирующие и разъясняющие сложность и уникальность строения тела человека, его систем и органов.

Новые подходы к подготовке специалистов-биологов и врачей в XXI веке требуют изменения методологии высшего образования. В первую очередь, это относится к преподаванию анатомии. Но это невозможно без создания принципиально новых учебников и учебных пособий. Настоящий атлас-раскраска содержит иллюстративный материал, дающий полное представление о строении тела человека на всех уровнях его организации — от субклеточного до организменного.

Студент, изучающий анатомию, сталкивается со значительными трудностями. Особенно это касается перевода терминов с одного языка на другой и их запоминания. Во всем мире в качестве главной традиционно используется латинская анатомическая терминология, и наряду с ней в каждой стране эквиваленты латинских терминов на национальном языке. Впервые в мировой учебной литературе выходит атлас-раскраска по анатомии, где на каждом рисунке названия терминов представлены на двух языках: русском и латинском, что облегчает усвоение. Латинские термины в атласе-раскраске полностью соответствуют последней Международной анатомической номенклатуре, утвержденной на XV Международном анатомическом конгрессе в Риме в 1999 г. Русская терминология утверждена в качестве официальной IV Всероссийским съездом анатомов, гистологов и эмбриологов (Ижевск, 1999).

Атлас-раскраска содержит более 150 рисунков, схем и таблиц, которые приведены в классической последовательности: цитология, гистология, опорно-двигательный аппарат, внутренние органы (пищеварительная, дыхательная системы, мочеполовой аппарат), сердечно-сосудистая система, органы кроветворения и иммунной системы, эндокринные железы, нервная система, органы чувств. Полные названия рисунков с латинскими эквивалентами, их авторство вы найдете в конце книги в приложении.

## Советы по работе с рисунками

«Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать», гласит русская народная пословица. И это действительно так. У большинства людей зрительная память функционирует очень хорошо. Этим объясняется интерес читателей, изучающих анатомию человека, к богато иллюстрированным изданиям. Атлас не заменяет, а дополняет натуральные препараты, делает их более понятными и доступными.

Для работы с атласом-раскраской необходимо использовать цветные карандаши, их понадобится 10–12 штук: черный, серый, красный, бордовый, голубой, синий, желтый и др. Лучше приобрести не полные наборы, а отдельные карандаши, т. к. во время работы появятся излюбленные цвета, что сугубо индивидуально. Не покупайте карандаши с жестким грифелем, они могут оставить на бумаге заметный след и даже повредить страницу книги.

Несколько советов по работе с рисунками. В большинстве рисунков представлены анатомические структуры, образованные различными тканями (эпителиальная, многие типы соединительной, мышечная, нервная), целесообразно для каждой ткани выбрать свой цвет. Например, для эпителиальной всегда или чаще — различные оттенки желтого цвета, для мышечной — различные оттенки розового или красного, для нервной — различные оттенки серого. Кровеносные сосуды — артерии — красного цвета, а вены — синего цвета, нервы — желтого. Центральная нервная система — несколько цветов.

Атлас-раскраска помогает не только получить достаточно полные представления о строении тела человека, но дает свободу полету фантазии для создания своего индивидуального неповторимого атласа, единственного в своем роде.

Книга, над которой вы начали работать, первая и пока единственная в отечественной литературе. Вам необходимо выбрать обозначения: например, кости — O, соединения костей — B, мышцы — M, артерии — A, вены — V, нервы — N, внутренние органы — S (splanchna). При использовании других обозначений не забудьте, что они должны быть однотипными во всех рисунках.

Выбирайте цвет карандаша, раскрашивайте выделенный термин на русском и латинском языке, затем этим же цветом раскрашивайте название и структуру.

Начните с нескольких рисунков. В начале используйте ограниченное количество цветов. Сделав рисунок, отложите его. Займитесь другим рисунком. Через некоторое время вернитесь к предыдущему, при необходимости исправьте ошибки. Советуем сделать несколько копий каждого оригинала, это позволит экспериментировать с цветом, обозначениями.

**Внимание!** По возможности не копируйте классические анатомические атласы.

Работа над атласом-раскраском должна идти параллельно с изучением натуральных анатомических препаратов, учебников, атласов и руководств по анатомии. Это поможет избежать повторений.

Рисунки приведены в классической последовательности, используемой большинством анатомов. Работая самостоятельно, читатель становится полноценным автором. Ваш атлас станет предметом гордости и уверенности в своих анатомических знаниях. Атлас поможет глубоко вникнуть в строение тела человека, изучить большинство его деталей. Не торопитесь. Этот атлас невозможно сделать быстро, но с каждым днем и каждой неделей вы будете ощущать движение вперед. Успех принесет знания и огромное удовлетворение.

Предлагаемый оригинальный атлас компактен и удобен для работы, дает простор воображению. Атлас-раскраска предназначен для студентов медицинских, биологических и спортивных учебных заведений. Он будет полезен преподавателям, аспирантам, учителям биологии общеобразовательных школ, лицеев, гимназий и колледжей.

Авторы создали атлас-раскраску, который будет востребован и сегодня, и в будущем. Авторы с благодарностью примут предложения и замечания читателей. Считаю своим приятным долгом поблагодарить заведующую редакцией О.Л. Шестову за огромный труд по подготовке этого атласа к изданию.

*Г.Л. Билич  
Е.Ю. Зигалова*

# КЛЕТКА

**К**летка является элементарной единицей всего живого, поэтому ей присущи все свойства живых организмов: высокоупорядоченное строение, получение энергии извне и ее использование для выполнения работы и поддержания упорядоченности, обмен веществ, активная реакция на раздражения, рост, развитие, размножение, удвоение и передача биологической информации потомкам, регенерация (восстановление), адаптация (приспособление) к постоянно меняющимся условиям окружающей среды. Организм человека состоит примерно из 220 млрд клеток. Если бы их можно было выложить в один ряд, то их суммарная длина составила бы около 15 000 км.

Клетка представляет собой сложную систему биополимеров, отделенную от внешней среды плазматической мембраной (цитолеммой) и состоящую из ядра и цитоплазмы, в которой располагаются органеллы и включения (рис. 1, 2). Клетки разнообразны по своей форме, строению, химическому составу и характеру обмена веществ, но при этом все клетки гомологичны, т.е. имеют ряд общих структурных признаков, от которых зависит выполнение основных функций.

В состав клетки входит более 100 химических элементов, на долю четырех из них приходится около 98% массы клетки. Это кислород (65–75%), углерод (15–18%), водород (8–10%) и азот (1,5–3,0%). Остальные элементы подразделяются на две группы: макроэлементы (около 1,9%) и микроэлементы (около 0,1%). К *макроэлементам* относятся сера, фосфор, хлор, калий, натрий, магний, кальций и железо. К *микроэлементам* — цинк, медь, йод, фтор, марганец, селен, кобальт и др. Несмотря на очень малое содержание, микроэлементы играют важную роль. Они влияют на обмен веществ, без них невозможна нормальная жизнедеятельность каждой клетки в отдельности и организма как целого.

Клетка состоит из неорганических и органических веществ. Среди неорганических преобладает *вода*, ее относительное количество в теле человека — от 70 до 80%. Среди органических веществ преобладают *макромолекулы*.

Макромолекулами являются белки (10–20%), жиры, или липиды (1–5%), углеводы (0,2–2,0%), нуклеиновые кислоты (1–2%).

**Нуклеиновые кислоты** — главные молекулы жизни — являются полимерами, образованными мономерами — нуклеотидами, каждый из которых состоит из пуринового или пиримидинового основания, сахара пентозы и остатка фосфорной кислоты. Во всех клетках существуют два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК), которые отличаются по составу оснований и сахаров.

**ДНК**, отвечающая за наследственность, локализуется в ядре и в митохондриях. В 1953 г. **Джеймс Д. Уотсон (Watson) и Фрэнсис Крик (Crick)** сообщили о строении ДНК и создали трехмерную модель молекулы ДНК. Она представляет собой двойную спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой и соединенных парами оснований аналогично ступенькам лестницы. Посредством водородных связей **аденин соединяется только с тиминном, а гуанин — с цитозином.**

**В ДНК в последовательности оснований записана генетическая информация, которая определяет специфичность синтезируемых клеткой белков, т.е. последовательность аминокислот в белковой цепи. ДНК передает по наследству все свойства клетки. ДНК содержится в ядре и митохондриях.**

**Ген** (от греч. *genos* — «род, происхождение») — материальный носитель наследственности, элементарная структурная и функциональная единица наследственности, представленная участком молекулы ДНК, характеризующимся строго определенной последовательностью нуклеотидов, отвечающая за синтез одного белка. **Геном** — это весь генетический материал организма, включая содержащиеся в хромосомах гены. **Генотип** — это совокупность генов, локализованных в хромосомах индивидуума.

В 2003 г. было завершено изучение генома человека и составлена полная карта генов. **Молекула РНК** образована одной полинуклеотидной цепью.

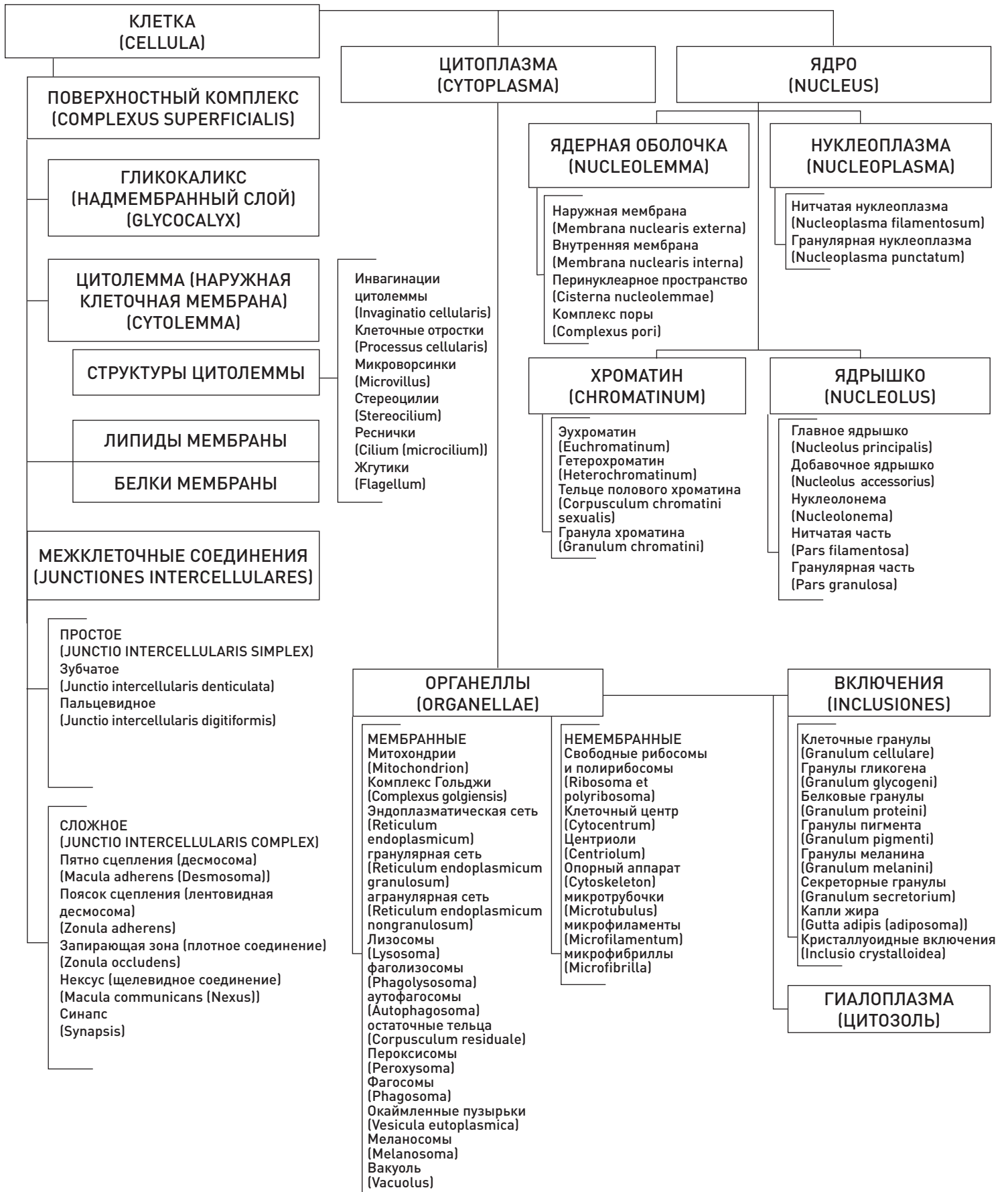


Рис. 1. Структурные компоненты клетки

## Строение клетки

Для всех клеток человека типично наличие цитоплазмы и ядра (только эритроцит не имеет ядра). Цитоплазма включает в себя гиалоплазму (цитозоль), органеллы общего назначения, имеющиеся во всех клетках, и органеллы специального назначения, которые имеются лишь в определенных клетках и выполняют специальную функцию; в клетках встречаются также временные клеточные структуры — включения (см. рис. 2). *Цитозоль*, представляющий собой часть цитоплазмы, окружающей органеллы, занимает около 53—55% общего объема клетки. В цитозоле содержится огромное количество ферментов, катализирующих различные реакции промежуточного обмена, а также белки цитоскелета.

В клетках человека находится огромное количество внутриклеточных мембран, образующих несколько изолированных отсеков (компарментов, от *англ.* compartment — «отделение, купе»), отличающихся друг от друга строением и функцией: цитозоль, ядро, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы, пероксисомы.

Благодаря их наличию в клетке одновременно протекает большое количество различных, разделенных в пространстве биохимических реакций. При этом в клетке имеются определенные пути, по которым перемещаются синтезированные вещества, а также пути, по которым вещества поступают в клетку и выводятся из нее. Все мембранные органеллы построены из элементарных мембран, принцип строения которых аналогичен описанному выше строению цитолеммы.

① СЕКРЕТОРНЫЕ ВАКУОЛИ  
VESICULA CYTOPLASMICA

② ЯДРЫШКО  
NUCLEOLUS

③ ЛИЗОСОМЫ  
LYSOSOMA

④ ФАГОЦИТОЗ (ТРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ СТАДИИ)  
PHAGOCYTOSIS

⑤ СВЯЗЬ КЛЕТОЧНОЙ ОБОЛОЧКИ (ЦИТОЛЕММЫ)  
С МЕМБРАНАМИ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ СЕТИ

⑥ ЦИТОЛЕММА (ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА)  
CYTOLEMMMA (PLASMALEMMA)

⑦ ПИНОЦИТОЗНЫЕ ПУЗЫРЬКИ  
VESICULA PINOCYTOTICA

⑨ ГИАЛОПЛАЗМА  
HYALOPLASMA

⑫ МЕМБРАНА ЗЕРНИСТОЙ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ СЕТИ  
MEMBRANA

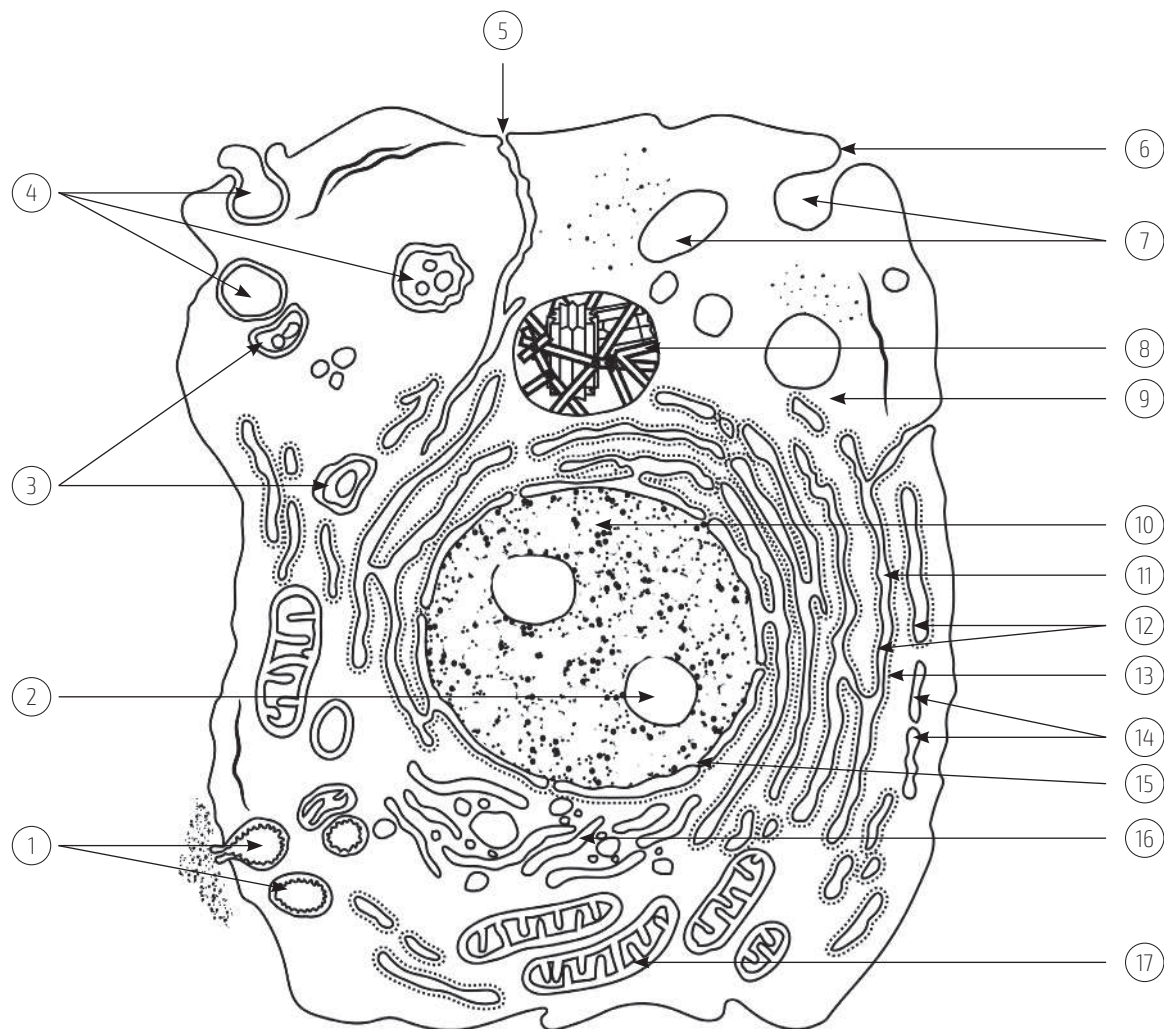
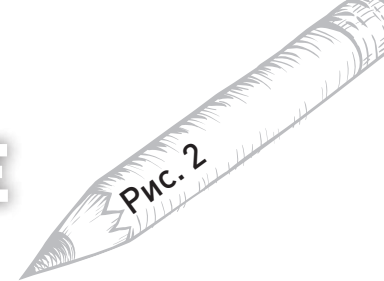
⑬ РИБОСОМЫ  
RIBOSOMA

⑭ НЕЗЕРНИСТАЯ (ГЛАДКАЯ) ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ  
СЕТЬ  
RETICULUM ENDOPLASMICUM NONGRANULOSUM

⑮ ЯДЕРНЫЕ ПОРЫ  
PORUS NUCLEARIS

⑯ КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖИ  
COMPLEXUS GOLGIENSIS

# УЛЬТРАМИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ



МИТОХОНДРИЯ ⑰  
MITOCHONDRION

ЯДРО ⑩  
NUCLEUS

ЗЕРНИСТАЯ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ ⑪  
RETICULUM ENDOPLASMICUM GRANULOSUM

ЦЕНТРОСОМА  
(КЛЕТОЧНЫЙ ЦЕНТР)  
CYTOCENTRUM ⑧



Снаружи каждая клетка покрыта тонкой (толщиной 9—10 нм) **плазматической мембраной (цитолеммой)**, ограничивающей клетку от внеклеточной среды. Цитолемма выполняет транспортную, защитную, разграничительную функции и воспринимает сигналы внешней для клетки среды, участвует в иммунных процессах, обеспечивает поверхностные свойства клетки. Будучи очень тонкой, цитолемма даже не видна в световом микроскопе. Цитолемма, как и другие мембранные структуры, состоит из двух слоев амфипатических молекул липидов (билипидный слой, или бислой). При этом их гидрофильные (водорастворимые) «головки» направлены наружу и внутрь клетки, а гидрофобные (отталкивающие воду) «хвосты» обращены друг к другу. В билипидный слой погружены молекулы белка. Некоторые из них проходят через всю толщу мембраны, другие лежат во внутреннем или наружном слое мембраны. Некоторые белки связаны с белками цитоплазмы (рис. 3). Белки осуществляют большую часть мембранных функций: одни мембранные белки являются рецепторами (воспринимают сигналы), другие — ферментами, третьи — переносчиками; некоторые образуют каналы, через которые проходят определенные ионы или молекулы. Наружная поверхность мембраны покрыта тончайшим пушком *гликокаликсом*, толщина его от 75 до 2000 А°, состоящим из боковых углеводных цепей гликолипидов и гликопротеидов.

Цитолемма образует ряд специфических структур. Это *межклеточные соединения, микроворсинки* (лишенные органелл пальцевидные выросты клетки

длиной 1—2 мкм и диаметром до 0,1 мкм), *реснички, клеточные инвагинации и отростки*.

**Эндоплазматическая сеть (ЭПС)** представляет собой единый непрерывный компартмент, ограниченный мембраной, образующей множество инвагинаций и складок, поэтому на электронограммах ЭПС выглядит в виде множества трубочек, плоских или округлых цистерн, мембранных пузырьков. Различают два типа ЭПС: *шероховатая*, или *гранулярная*, и *гладкая*, или *агранулярная*. Наружная сторона первой покрыта рибосомами, второй — лишена их. Функции гранулярной ЭПС — синтез белков рибосомами и транспорт белков; гладкой — синтез и обмен углеводов и липидов (в том числе стероидных гормонов, гликогена, холестерина), разрушение токсинов (печеночные клетки), синтез хлоридов, из которых образуется соляная кислота (клетки желудочных желез). Гладкая ЭПС участвует в мышечном сокращении, ограничивает будущие тромбоциты в мегакариоцитах.

**Комплекс, или аппарат Гольджи** (внутриклеточный сетчатый аппарат, КГ) представляет собой совокупность цистерн, пузырьков, пластинок, трубочек, мешочков, ограниченных мембраной, в которых накапливаются, сортируются и упаковываются синтезированные продукты. Они выводятся из клетки с помощью элементов КГ. Кроме того, в комплексе Гольджи синтезируются полисахариды, образуются белково-углеводные комплексы и модифицируются переносимые макромолекулы. Синтезируемые ЭПС вещества переносятся транспортными пузырьками, отпочковывающимися от нее и сливающимися с КГ, от которого постоянно отпочковываются секреторные пузырьки.

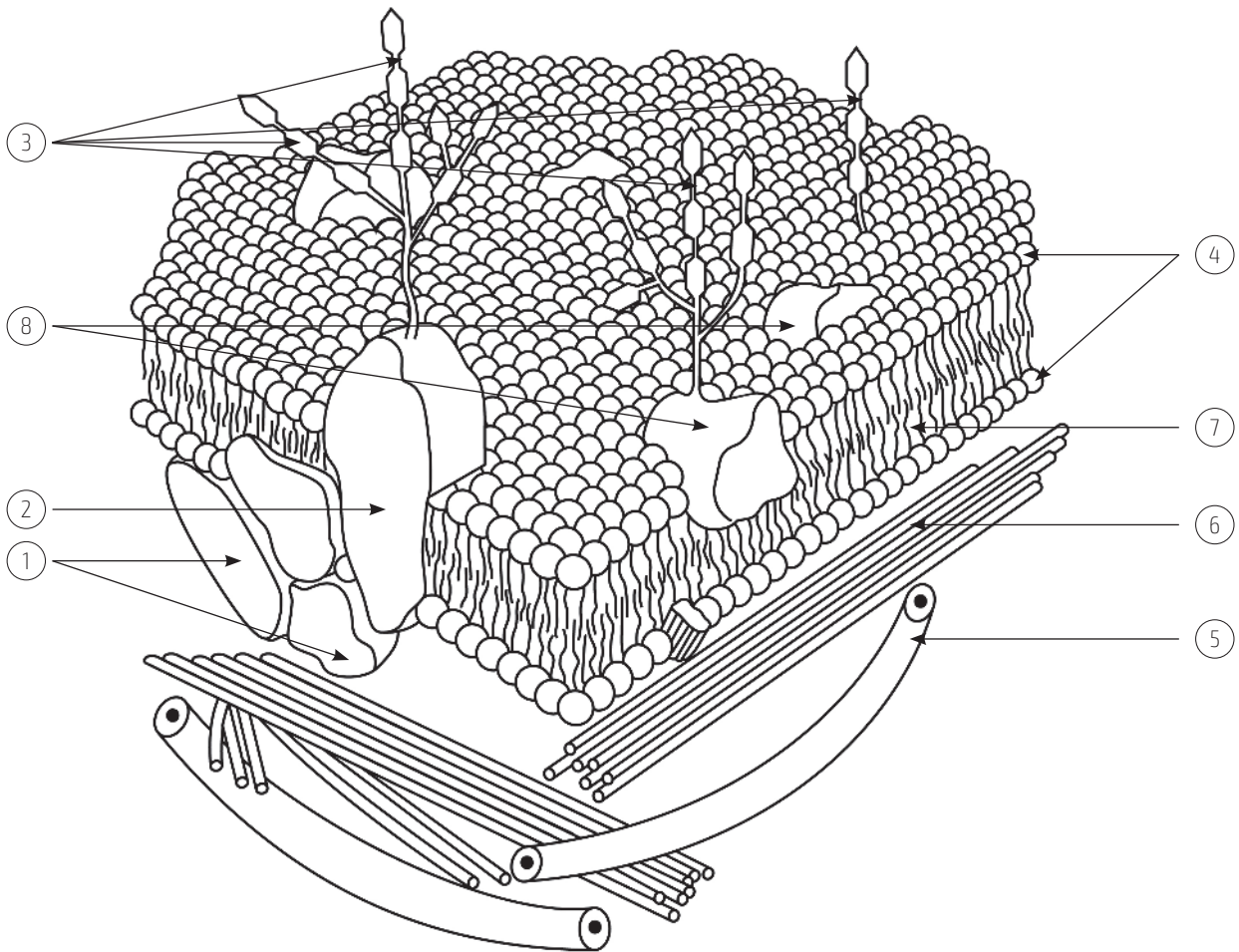
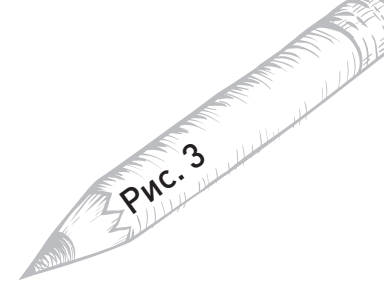
① СУБМЕМБРАННЫЕ БЕЛКОВЫЕ МОЛЕКУЛЫ

⑤ МИКРОТРУБОЧКИ

⑥ МИКРОФИЛАМЕНТЫ

⑧ ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ БЕЛКИ

# ПОВЕРХНОСТНЫЙ КОМПЛЕКС



ПОЛИСАХАРИДЫ  
ГЛИКОКАЛИКСА ③

ГИДРОФИЛЬНАЯ  
ЗОНА ЛИПИДНЫХ  
МОЛЕКУЛ ④

ГИДРОФОБНАЯ ⑦  
ЗОНА ЛИПИДНЫХ  
МОЛЕКУЛ

ТРАНСМЕМБРАННЫЙ БЕЛОК ②

**Лизосомы.** В 1955 г. **К. де Дюв** открыл до тех пор неизвестные мембранные органеллы — лизосомы диаметром 0,4—0,5 мкм, содержащие около 50 видов различных гидролитических ферментов. Это открытие столь важно, что его автор в 1974 г. был удостоен Нобелевской премии. Лизосомы осуществляют внутриклеточное «переваривание» (расщепление) веществ.

**Митохондрии**, являющиеся «энергетическими станциями клетки», участвуют в процессах клеточного дыхания. Они преобразуют энергию в форму, доступную для использования клеткой. Количество, размеры и расположение митохондрий зависят от функции клетки, ее потребности в энергии. Митохондрии являются органеллами с двойными мембранами, между которыми расположено межмембранное пространство. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки (кристы), благодаря которым ее площадь резко увеличивается. К внутренней (обращенной к матриксу) поверхности крист прикреплено множество электронноплотных субмитохондриальных элементарных частиц (до 4000 на 1 мкм<sup>2</sup> мембраны), имеющих форму гриба (рис. 4).

В митохондриях энергия запасается в химических связях аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). АТФ является универсальным переносчиком и основным аккумулятором в высокоэнергетических связях между тремя остатками фосфорной кислоты. Эта энергия используется организмом для осуществления мышечного сокращения, синтеза различных веществ.

**Клеточный центр**, образованный двумя центриолями (диплосома), находится вблизи ядра. Каждая центриоль представляет собой цилиндр,

стенка которого состоит из девяти триплетов микротрубочек длиной около 0,5 мкм и диаметром около 0,25 мкм; триплет состоит из трех микротрубочек, образованных мономерами белка тубулина. Центриоли удваиваются в клеточном цикле. Не исключено, что, подобно митохондриям, центриоли содержат собственную ДНК. Центриоли участвуют в образовании базальных телец ресничек и жгутиков и в образовании митотического веретена.

**Цитоскелет** (клеточный скелет) представляет собой трехмерную сеть, в которой белковые нити связаны между собой. При этом различные органеллы и растворимые белки связаны с цитоскелетом. Главную роль в образовании цитоскелета играют микротрубочки (см. рис. 4).

**Ресничка** представляет собой вырост клетки, окруженный цитолеммой. В центре реснички проходит осевая нить, образованная девятью периферическими дуплетами микротрубочек, окружающих одну центральную пару. Периферические дуплеты заканчиваются в базальном тельце, которое состоит из девяти триплетов микротрубочек.

Микротрубочки осевой нити образуются из базального тельца. На уровне цитолеммы апикальной части клетки триплеты переходят в дуплеты, здесь же начинается и центральная пара микротрубочек. Полные микротрубочки образованы 13 параллельными нитями, состоящими из мономеров — глобулярного белка тубулина.

Реснички совершают координированные колебательные движения благодаря взаимному скольжению дуплетов микротрубочек относительно друг друга, обусловленному белком денеином. Реснички выполняют функцию движения.

① ЗЕРНИСТАЯ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ

⑤ МИКРОТРУБОЧКИ

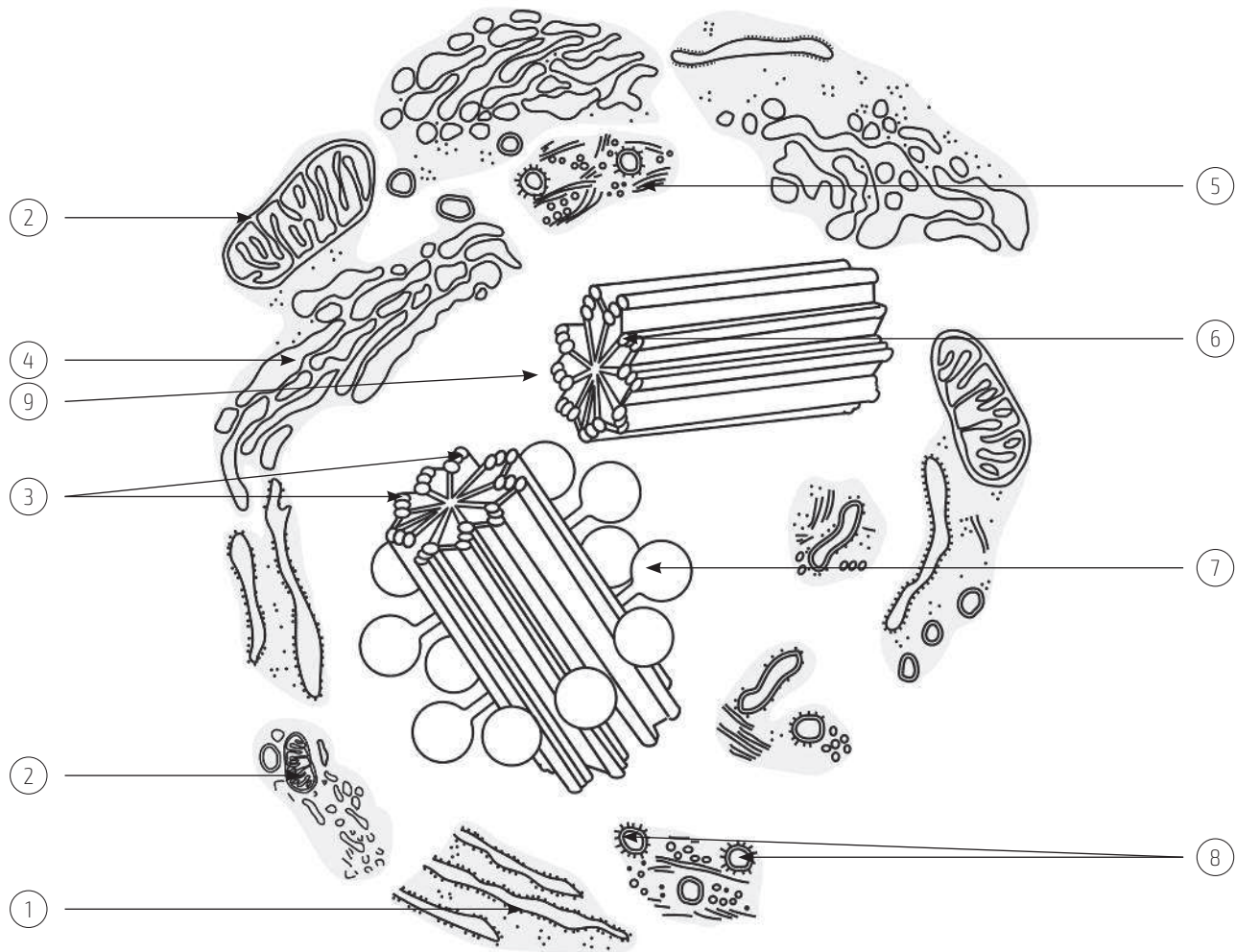
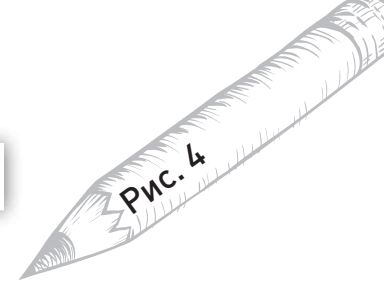
⑥ ДОЧЕРНЯЯ ЦЕНТРИОЛЬ

⑦ САТЕЛЛИТЫ

⑧ ОКАЙМЛЕННЫЕ ПУЗЫРЬКИ

⑨ ЦЕНТРОСФЕРА

# КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНЕЛЛЫ



МИТОХОНДРИЯ ②

ВНУТРЕННИЙ ④  
СЕТЧАТЫЙ АППАРАТ  
(КОМПЛЕКС ГОЛЬДЖИ)

МАТЕРИНСКАЯ ЦЕНТРИОЛЬ ③  
НА ПОПЕРЕЧНОМ СРЕЗЕ (ТРИПЛЕТЫ  
МИКРОТРУБОЧЕК, РАДИАЛЬНЫЕ СПИЦЫ,  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА «КОЛЕСА ТЕЛЕГИ»)

## Ядро

Основная структура клетки — ядро — имеет-ся во всех клетках человека, кроме эритроцитов и тромбоцитов. Ядро окружено ядерной оболочкой, состоящей из *внутренней и наружной ядерных мембран*, разделенных *околоядерным (перинуклеарным) пространством*. К наружной мембране, переходящей в гранулярную ЭПС, прикреплены рибосомы. Перинуклеарное пространство составляет единую полость с ЭПС (рис. 5).

Одно или несколько *ядрышек* выявляется в ядрах в виде плотного, интенсивно окрашивающегося округлого однородного тельца. В ядрышке образуются рибосомы. В ядре находится *хроматин* (от греч. chroma — «краска»), образованный ДНК, связанной с РНК и белками. В результате суперспирализации ДНК в делящемся ядре становятся видными хромосомы (от греч. chroma — «краска», soma — «тело»). *Хроматин неделящегося ядра идентичен хромосомам делящегося.*

**Хромосомы** являются носителями наследственной информации, записанной в определенной последовательности нуклеотидов. Хромосомы представляют собой удлинённые палочковидные структуры, имеющие два плеча, разделенные центромерой. В организме различают два типа клеток: соматические и половые. Большинство

клеток — соматические. В них находятся по две копии каждой хромосомы, их называют гомологичными. Они одинаковы по длине, форме, строению, расположению полос и несут одни и те же гены, которые локализованы одинаково.

*Нормальный кариотип* (от греч. karyon — «ядро ореха», typos — «образец») *соматических клеток человека включает 23 пары хромосом (диплоидный набор), 22 пары аутомосом и одну пару половых хромосом (XX или XY); половые клетки содержат гаплоидный (одиночный) набор — 23 хромосомы: 22 аутомосомы и одну половую (X или Y).* Метафазная хромосома состоит из двух хроматид — двух молекул ДНК, соединенных между собой в области центромеры.

**Рибосомы**, осуществляющие синтез белка, присутствуют во всех клетках человека, кроме зрелых эритроцитов. Рибосомы представляют собой округлые тельца размерами 20×30 нм, образованные РНК и белком. Рибосомы расположены поодиночке или группами в виде розеток, спиралей, завитков (*полирибосомы*, или *полисомы*). Рибосомы и полисомы могут свободно располагаться в цитоплазме или, как указывалось ранее, прикрепляться к мембранам гранулярной эндоплазматической сети. *Рибосомы синтезируют белок из клетки.*

Вещества поступают в клетку путем *эндоцитоза* и выделяются путем *экзоцитоза*.

③ ЭУХРОМАТИН

⑤ НАРУЖНАЯ МЕМБРАНА КАРИОТЕКИ  
(НАРУЖНАЯ ЯДЕРНАЯ МЕМБРАНА)

⑥ ПЕРИНУКЛЕАРНОЕ ПРОСТРАНСТВО

⑦ ВНУТРЕННЯЯ МЕМБРАНА КАРИОТЕКИ  
(ВНУТРЕННЯЯ ЯДЕРНАЯ МЕМБРАНА)

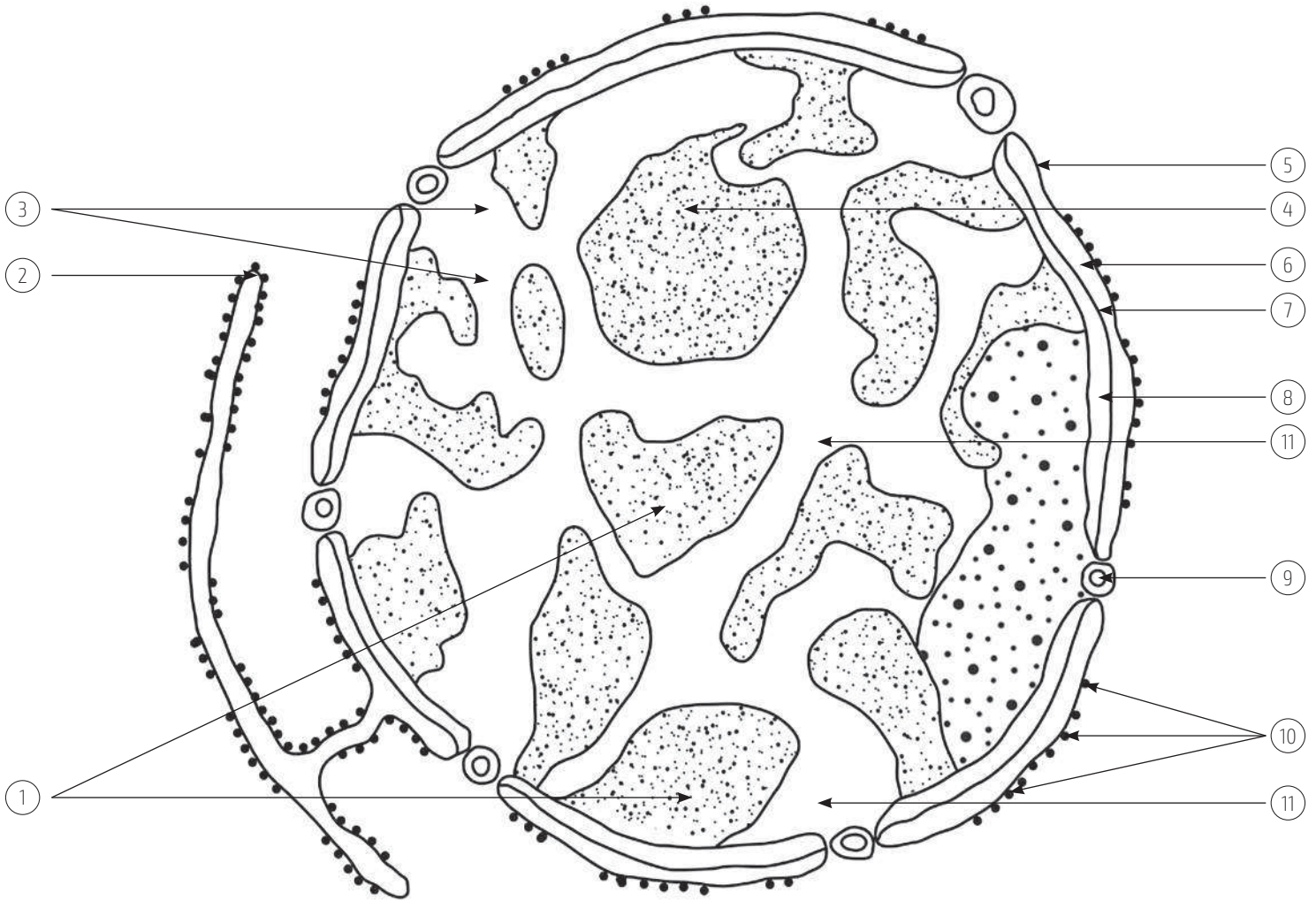
⑧ ЯДЕРНАЯ ПЛАСТИНКА

⑩ РИБОСОМЫ

⑪ НУКЛЕОПЛАЗМА

# ЯДРО

Рис. 5



ЯДРЫШКО ④

ПОРОВЫЙ  
КОМПЛЕКС ⑨

ГЕТЕРОХРОМАТИН ①

ЦИСТЕРНА ЗЕРНИСТОЙ  
ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ СЕТИ ②

## Клеточный цикл

Центральная догма современной биологии характеризует жизнь следующим образом:



Наследственная информация, заключенная в ДНК, передается по наследству благодаря ее самоудвоению (репликации). Генетическая информация, записанная в виде последовательности нуклеотидов ДНК, в процессе транскрипции переписывается в нуклеотидную последовательность РНК, которая, в свою очередь, определяет последовательность аминокислот соответствующей белковой молекулы. Клеточный цикл представляет собой совокупность процессов, происходящих в клетке при подготовке ее к делению и во время собственно деления. Клеточный цикл подразделяется на митоз (деление клетки), занимающий всего 5–10% времени цикла, и интерфазу (90–95% времени), которая представляет собой промежуток времени между окончанием одного митоза и началом следующего.

В *интерфазе* увеличивается масса клетки и всех ее компонентов, удваиваются центриоли. В интерфазе совершается главное событие — репликация (удвоение) ДНК.

**Митоз** (от *греч.* *mitos* — «нить»). Клетка вступает в митоз, имея удвоенное (в интерфазе) число хромосом ( $46 \times 2$ ), т.е. в ядре находятся 46 d-хромосом,

каждая из которых состоит из двух хроматид (s-хромосом) (рис. 6. Показаны конденсация хроматина с образованием хромосом, образование веретена деления и равномерное распределение хромосом и центриолей по двум дочерним клеткам). Митоз подразделяется на профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

В *профазе* хромосомы становятся различимыми под микроскопом. В конце профазы обе пары центриолей начинают расходиться к полюсам клетки. Одновременно возникает двухполюсное митотическое веретено, состоящее из микротрубочек. В *метафазе* разрушается ядерная оболочка, хромосомы выстраиваются в ряд по экватору веретена, а их центромеры прикрепляются к микротрубочкам веретена. Метафазная хромосома состоит из двух соединенных центромерой сестринских хроматид, каждая из которых содержит одну молекулу ДНК, уложенную в виде суперспирали.

В *анафазе* сестринские хроматиды разделяются и становятся отдельными s-хромосомами, которые расходятся к полюсам с одинаковой скоростью (около 1 мкм/мин).

В *телофазе* разделившиеся группы хромосом подходят к полюсам, разрыхляются, деконденсируются, переходя в хроматин, становятся активными. Примерно в середине телофазы начинается образование ядрышка, к концу телофазы восстанавливается ядерная оболочка в каждой дочерней клетке. Еще в конце анафазы плазматическая мембрана как бы инвагинируется, образуя борозду деления, которая углубляется. Дочерние клетки расходятся.

⑤ ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА

⑥ КИНЕТОХОР

⑦ НЕПРЕРЫВНЫЕ МИКРОТРУБОЧКИ

⑧ ХРОМОСОМЫ

⑨

⑩ ХРОМОСОМНЫЕ МИКРОТРУБОЧКИ

⑪ ФОРМИРОВАНИЕ ЯДРА

⑫ БОРОЗДА ДРОБЛЕНИЯ

⑬ ПУЧОК АКТИВНЫХ НИТЕЙ

⑭ ОСТАТОЧНОЕ (СРЕДИННОЕ) ТЕЛЬЦЕ