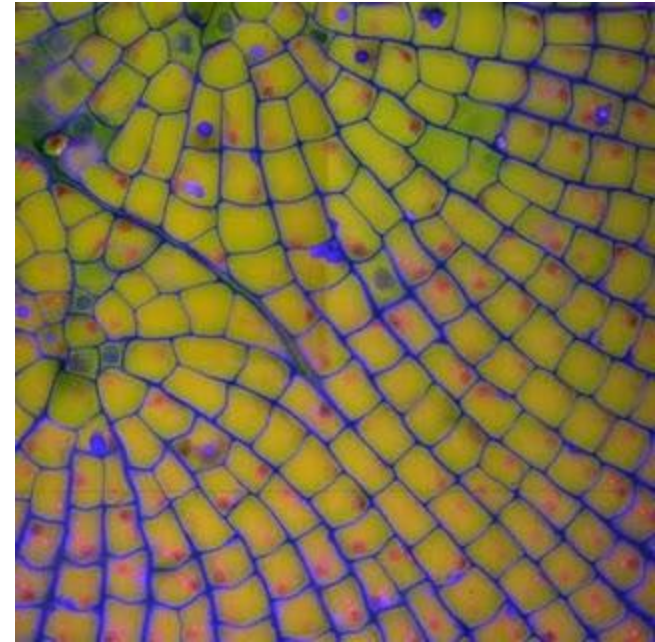
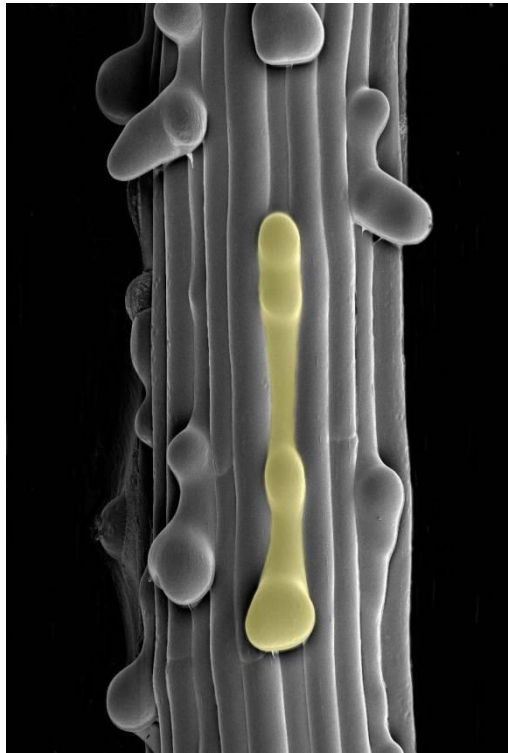
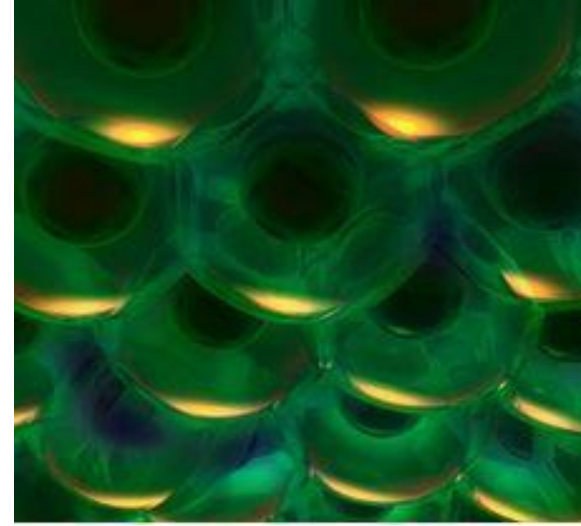




# Физиология растений

Демидчик Вадим  
Викторович  
(д.б.н., зав. каф. физиологии и  
биохимии растений)

# Структурная организация растительного организма.



# Почему важно знать как «устроены» растения?



растения: >99%  
биомассы на планете



животные: <1%

**Растения должны быть исключительно адаптированы и «адаптабельны», чтобы выжить, так как они не умеют бегать.**



# Растения демонстрируют высочайшую индивидуальную «пластичность» и адаптивную способность в пределах вида.



*Arabidopsis thaliana* - наиболее важное модельное растение (короткий жизненный цикл, простота культивирования, изобилие семян, небольшой геном, «удобный» размер и т.д.)

Часто называют «растительной мышью»

# Как организованы растения?



**Fig 4 PNAS 2000 97: 4535–4540**

Increase in body complexity of charophyceans (A–F) and early divergent plants (G and H) is suggested by a phylogenetic model based on molecular data including tubulin (16) and *rbcL* sequences, a gene transfer event, and several intron insertion events (14). (A) Unicellular flagellate *Mesostigma* (whose divergence may, however, have preceded that of the charophycean lineage); (B) colonial *Chlorokybus*; (C) unbranched filament *Klebsormidium*; (D) unicellular desmid *Netrium*, belonging to a group (Zygnematales) that also includes unbranched filaments); (E) *Chara*, a branched filament with tissue at nodes (indicated by the presence of orange gametangia); (F) *Coleochaete*, a planar tissue-like species is shown; (G) *Pallavicinia*, representing liverworts, an early divergent plant group; (H) *Lycopodium*, an early divergent tracheophyte (vascular plant).

# Как организованы растения?

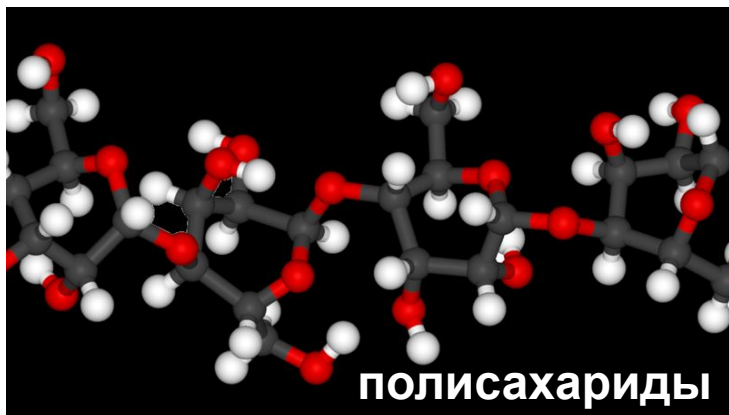
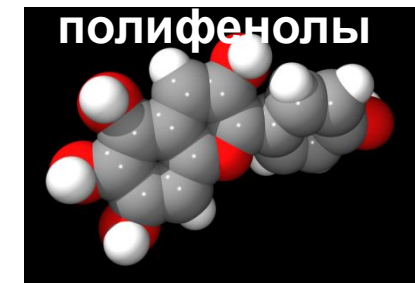
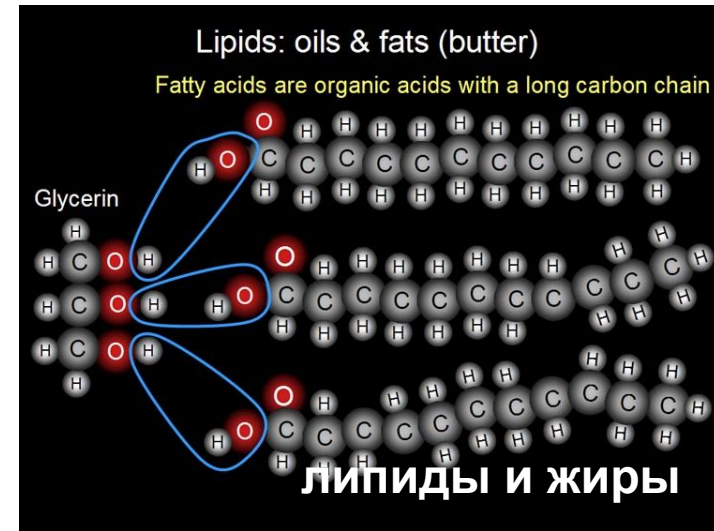
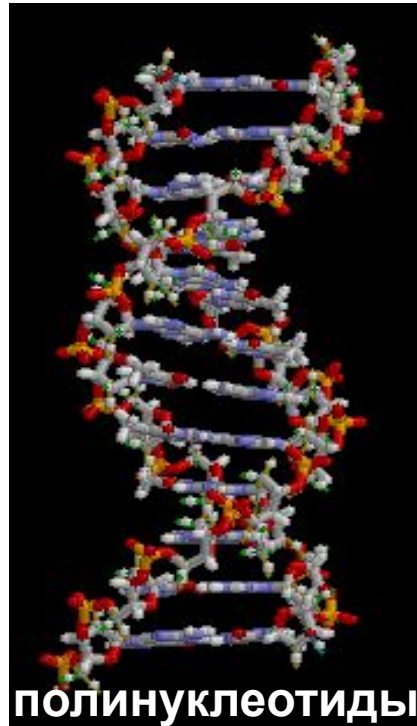
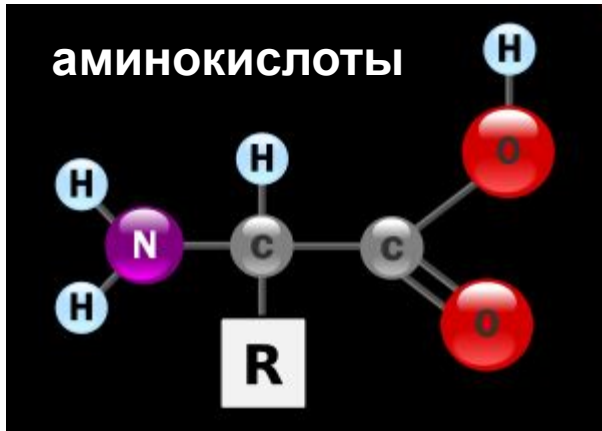
## Уровни организации:

- молекулярный
- субклеточный
- клеточный
- тканевой
- органный
- организменный
- популяционный
- фитоценотический

# Уровни организации

- молекулярный

углеводы → полисахариды  
аминокислоты → белки  
нуклеиновые кислоты → полинуклеотиды  
липиды → мембраны  
ароматические вещества → полифенолы





# Уровни организации

- молекулярный

углеводы → полисахариды

аминокислоты → белки

нуклеиновые кислоты → полинуклеотиды

липиды → мембраны

ароматические вещества → полифенолы

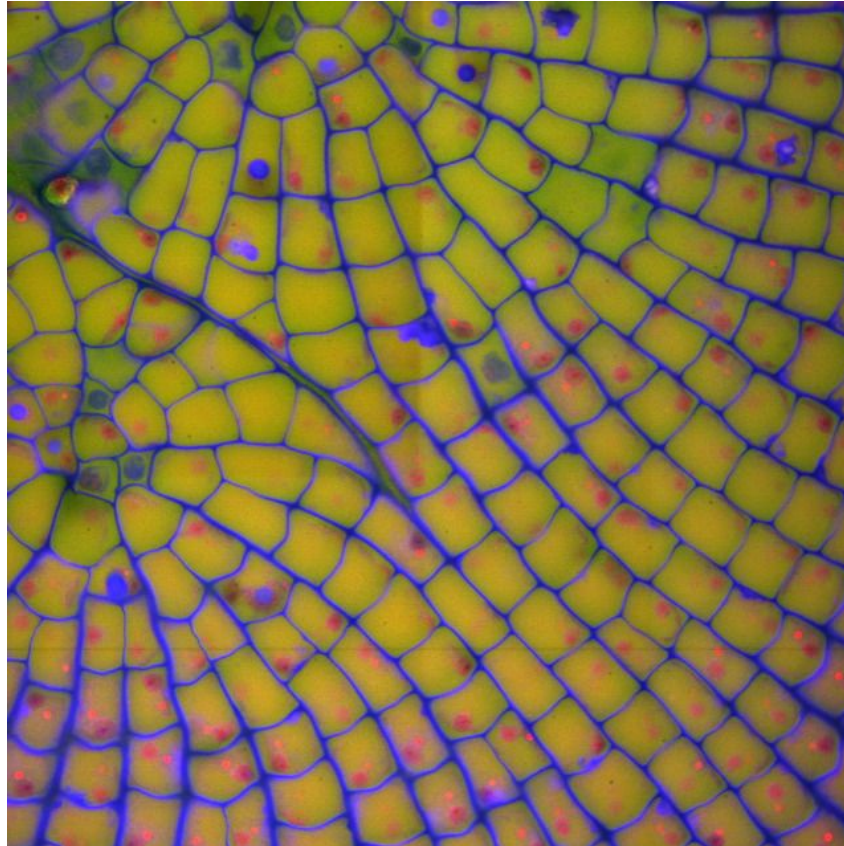


# Уровни организации

## - субклеточный

уникальные для растений: хлоропласты, клеточная стенка, плазмодесмы, большая центральная вакуоль

общие с животными: цитоплазма, ядро (или ядра), митохондрии, цитоскелет, рибосомы, ЭР, к-с Гольджи, плазматическая мембрана, и др..



# Уровни организации

## - КЛЕТОЧНЫЙ

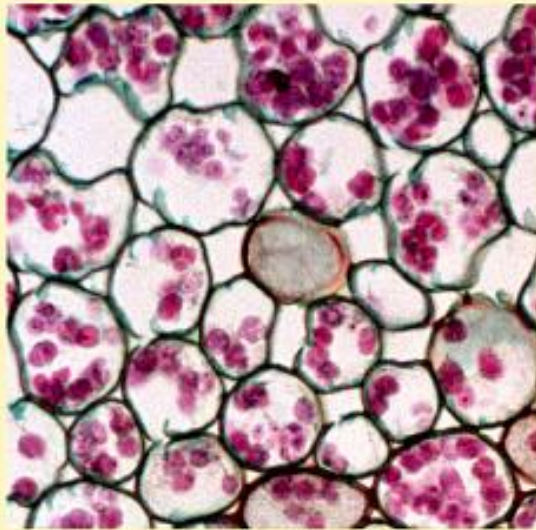
### Основные типы клеток

(урощенная современная классификация):

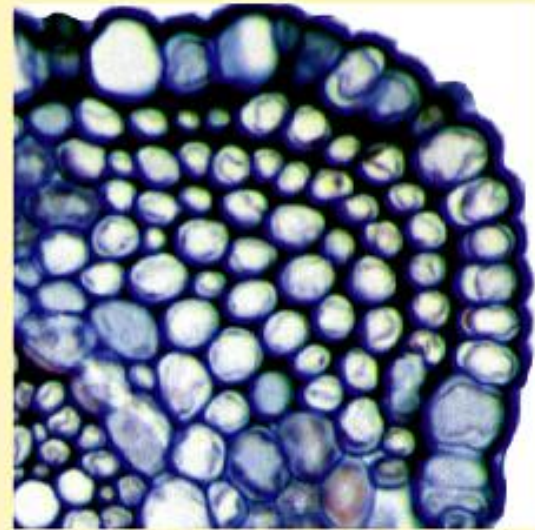
- **паренхима** (тонкие, гибкие клеточные стенки, большая вакуоль, большой объем воздушного пространства в клет. стенке, способность к регенерации)

- **колленхима** (гибкие клеточные стенки с небольшим объемом воздушного пространства или без него, неравномерно утолщенные, отсутствует вторичное утолщение кл. ст. и её лигнификация)

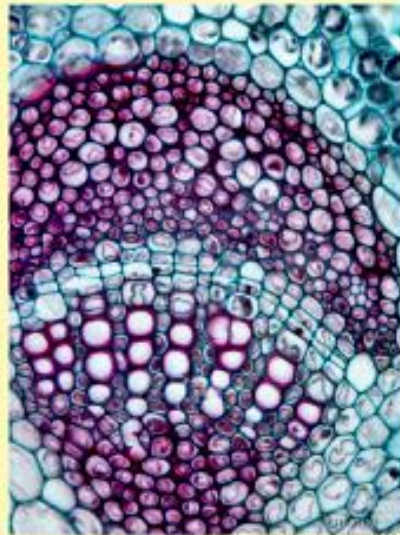
- **склеренхима** (ригидные, т.е. негибкие толстые клеточные стенки без воздушного пространства, наличие вторичного утолщения, лигнификация, образуются волокна и склереиды, часто отмирание протопласта)



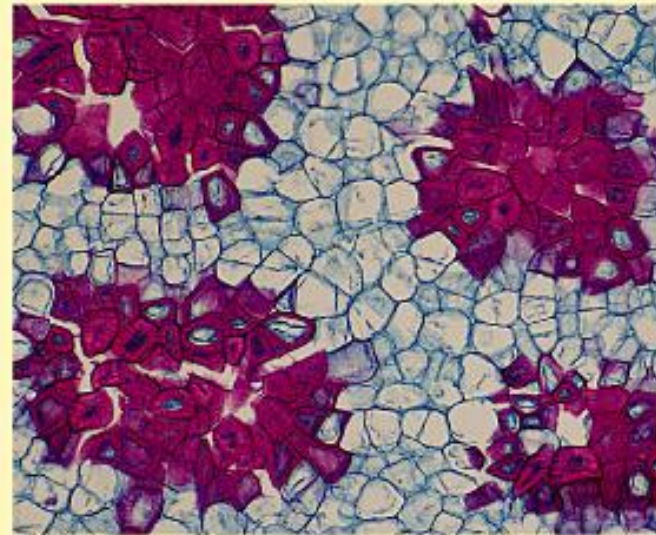
(a) Parenchyma cells



(b) Collenchyma cells



(c) Sclerenchyma cells:  
Fiber cells



Sclerenchyma cells: Sclereids

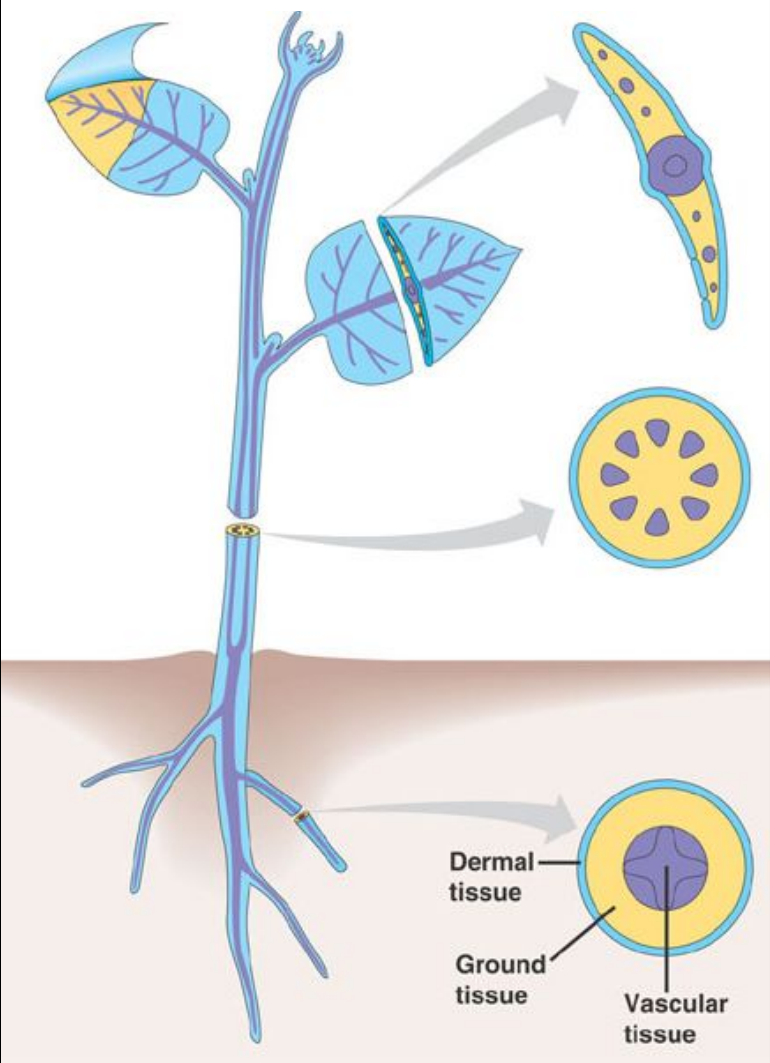
50  $\mu\text{m}$

# Уровни организации

## - тканевой

- **простые ткани** (паренхима, колленхима, склеренхима)
- **меристематические** (апикальная, латеральная, интеркалярная меристемы)
- **ксилема** (поток воды и минералов из корня в побег)
- **флоэма** (поток органических веществ из побега в корень)
- **эпидермис** (защита и сенсорные функции)
- **перидерма** (механическая и защитная)
- *сложные ткани (состоят из нескольких типов клеток)*
- *секреторные клетки и ткани (например, выделение)*

# Уровни организации

Важнейшие системы тканей и их функции	Составляющие ткани	Локализация систем тканей
<p><b>Покровные ткани (Dermal Tissue System)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• защита</li><li>• препятствие потери воды</li></ul>	эпидермис перидерма (в более старых стеблях и корнях)	 <p>The diagram illustrates the localization of three tissue systems in a plant. The central illustration shows a plant with a stem, leaves, and roots. Three callout boxes provide detailed views: 1. A leaf cross-section showing the epidermis and dermal tissue system. 2. A stem cross-section showing the ground tissue system (parenchyma, collenchyma, sclerenchyma). 3. A stem cross-section showing the vascular tissue system (xylem and phloem) surrounded by dermal and ground tissues.</p>
<p><b>Основные ткани (Ground Tissue System)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• фотосинтез</li><li>• запасание пит. вещ-в</li><li>• регенерация</li><li>• поддержка</li><li>• защита</li></ul>	паренхима колленхима склеренхима	
<p><b>Система сосудистых тканей (Vascular System)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• транспорт воды и минералов</li><li>• транспорт питат-х вещ-в</li></ul>	ксилема флоэма	

# Уровни организации

Функция растительных **меристематических клеток** схожа с функциями ствольных клеток животных

Обычно меристематические клетки недефференцированы и не ограничены по числу делений (вечно молодые)

Меристематические клетки имеют очень маленькие вакуоли. У них отсутствуют дифференцированные пластиды (есть только пропластиды - мелкие обычно бесцветные образования)

Меристематические клетки имеют первичные клеточные стенки и «плотно упакованы»

- **Тканевой**

**Меристематические ткани (меристемы)**

- **апикальная**
- **латеральная**
- **интеркалярная**

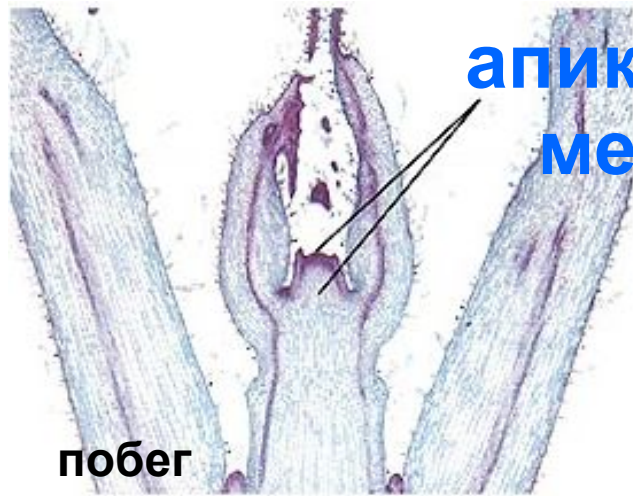


*Швейцарский ботаник Карл Вильгельм вон Нагели*

*меристематический: греческий "делящийся"*

*середина 19 века*

# Уровни организации



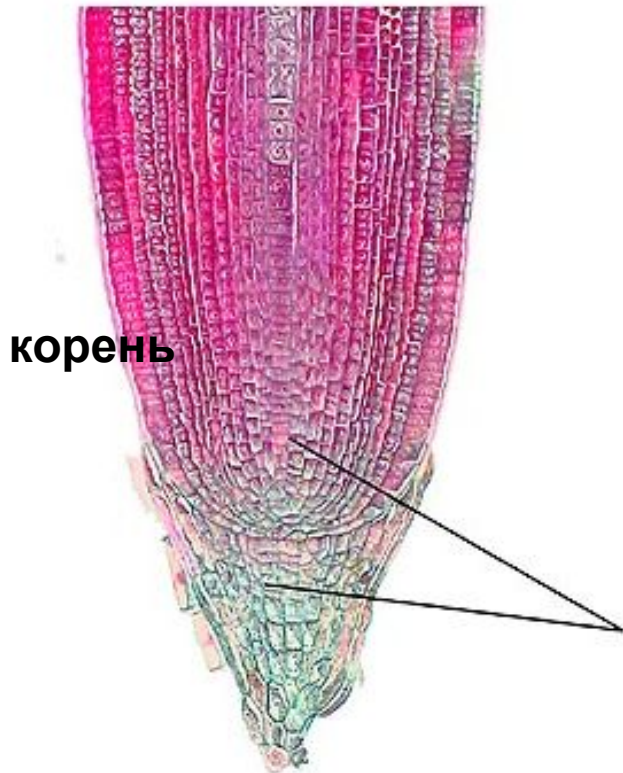
побег

**апикальная меристема**

Меристемы – эмбриональные ткани, обеспечивающие неограниченный рост и деление

Например, первичный рост (в длину) в верхушечных почках и кончиках корней.

**апикальная меристема**



корень

**- тканевой**

**Меристематические ткани (меристемы)**

- апикальная
- латеральная
- интеркалярная

Апикальные меристемы существуют как у однодольных, так и у двудольных



## Латеральная меристема

(также часто называемая вторичной меристемой) это слой или несколько меристематических клеток, ответственных за рост корня или стебля (побега) в ширину.

Латеральная меристема не существует у однодольных.

Два главных типа латеральных меристем:

**Сосудистый (васкулярный) камбий** – неограниченно производит вторичную ксилему и вторичную флоэму, давая рост древесине

**Пробковый камбий** – формирует клетки коры деревьев

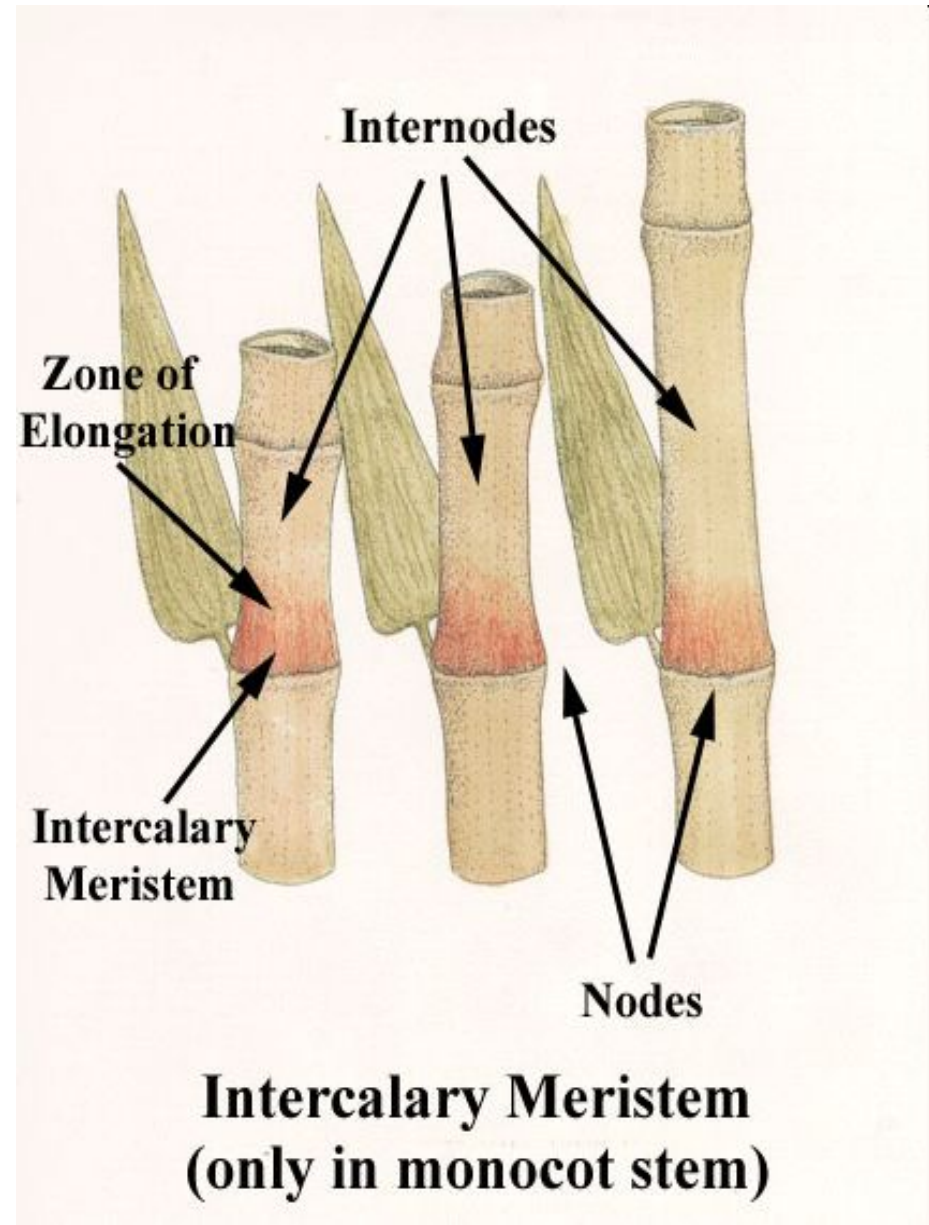
- **ТКАНЕВОЙ**

**Меристематические ткани (меристемы)**

- апикальная
- латеральная
- интеркалярная

Вставочная (интеркалярная) меристема существует только у однодольных.

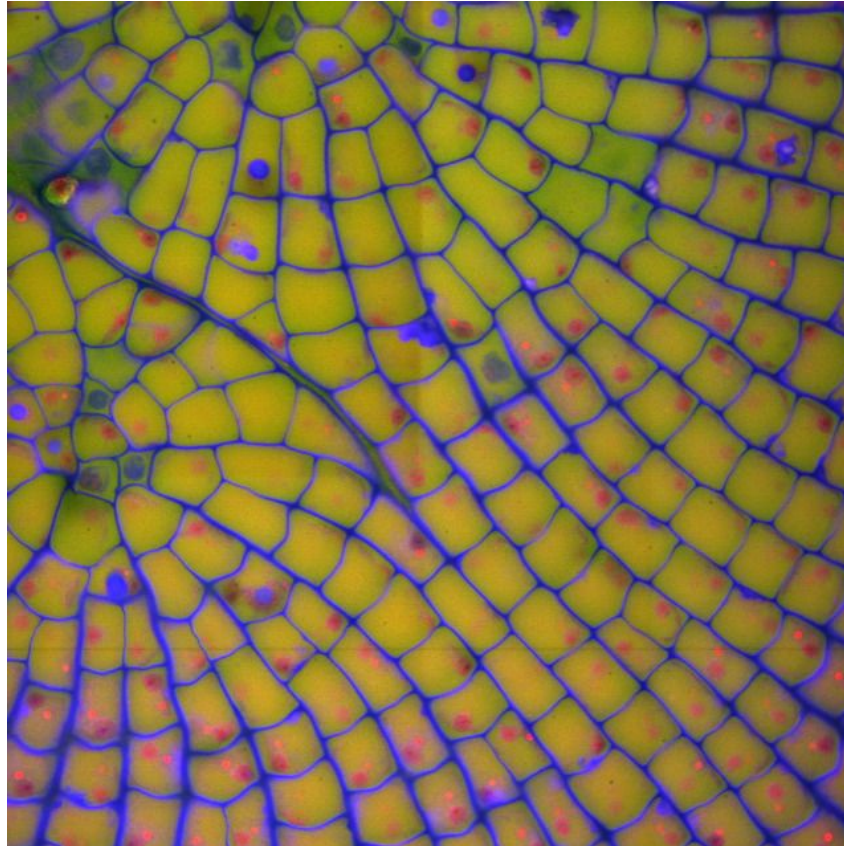
Локализована в основании **узлов** и обеспечивает удлинение стебля в результате так называемого **вставочного роста**

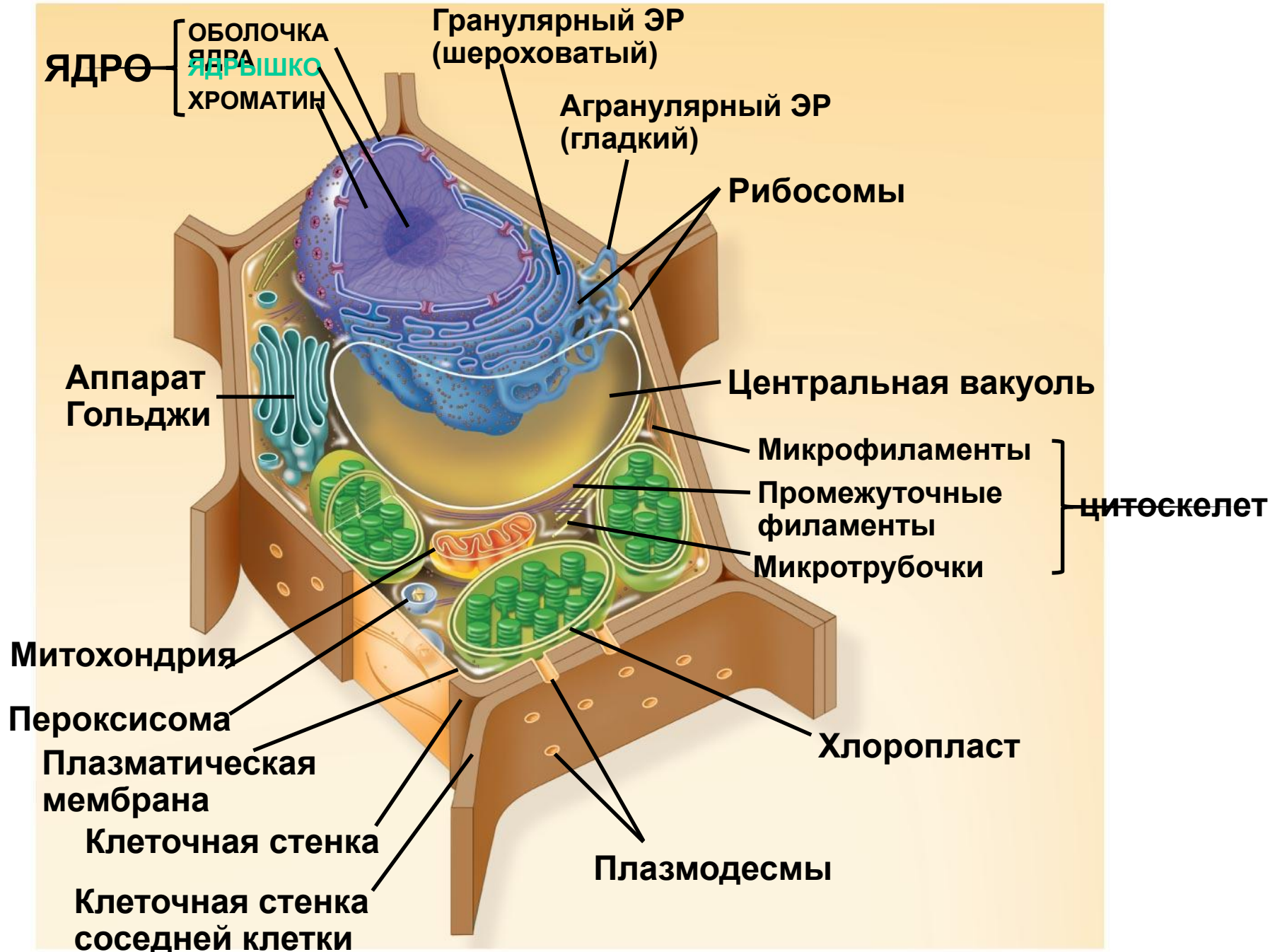


# Уровни организации

- субклеточный

органеллы, уникальные для растений:  
хлоропласты, клеточная стенка, плазмодесмы,  
большая центральная вакуоль  
общие с животными: цитоплазма, ядро (или  
ядра), митохондрии, цитоскелет, рибосомы, ЭР,  
к-с Гольджи, плазматическая мембрана, и др..





# Классификация структурных элементов растительной клетки:

## Растительная клетка

Клеточная стенка

Протоплазма

Вакуоль

Структурные элементы:

Цитоплазма

Рибосомы

ядро, митохондрии,

пластиды :

- хлоропласты,
- лейкопласты,
- хромoplastы)

мембраны:

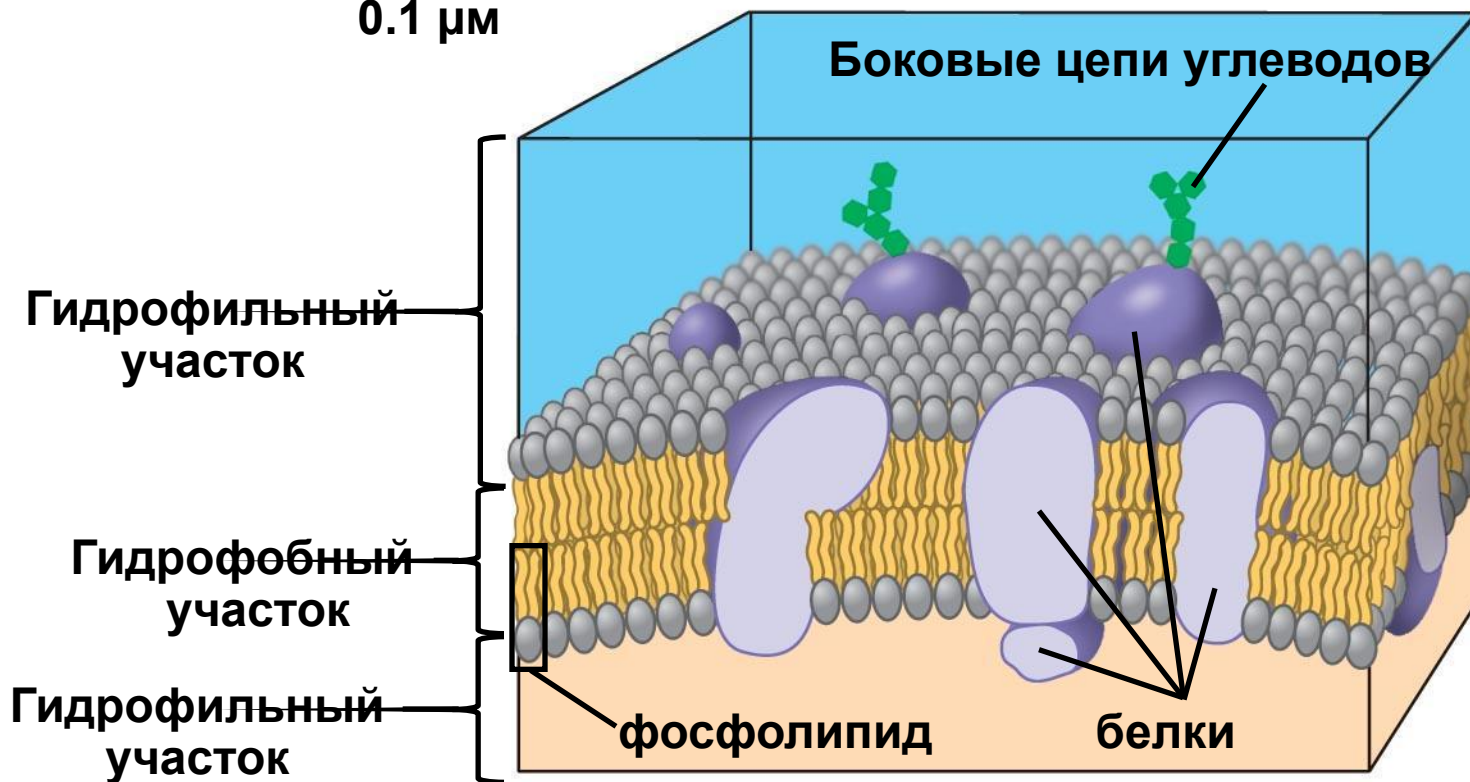
- плазматическая,
- эндомембраны:  
тонопласт,  
эндоплазмати-  
ческая сеть

частицы:

- диктиосомы,
- лизосомы,
- микротрубочки

цитоплазматический матрикс

# Мембраны:

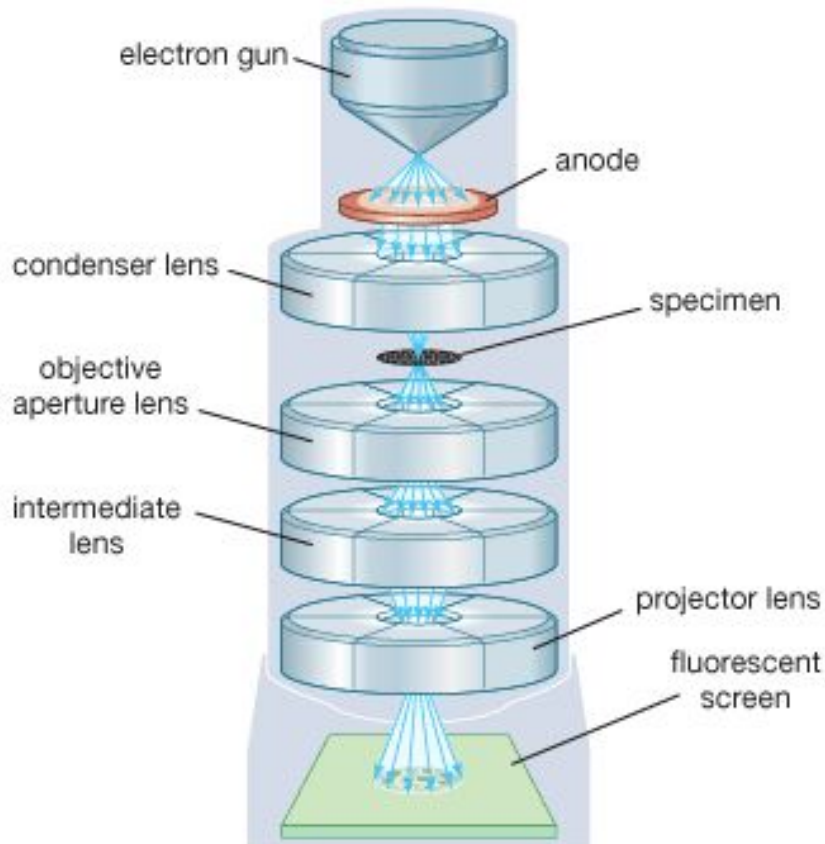


Структура плазматической мембраны

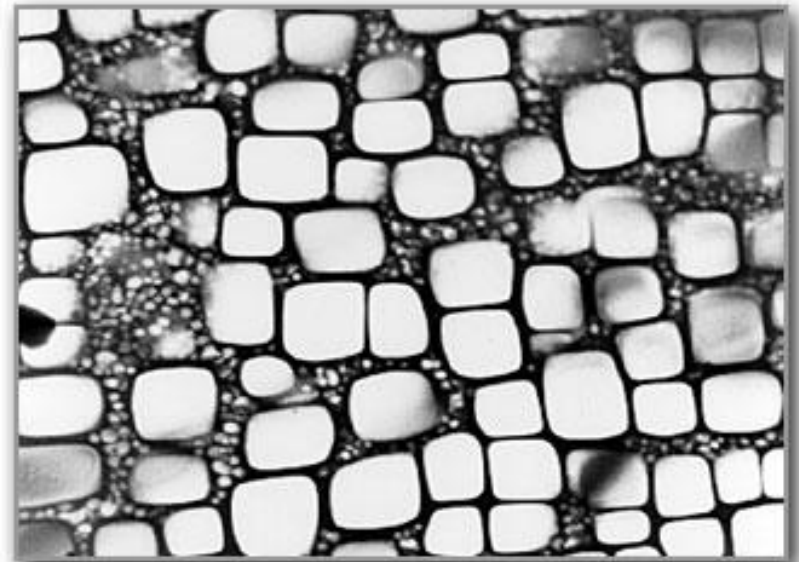
# TEM: Transmission Electron Microscopy:

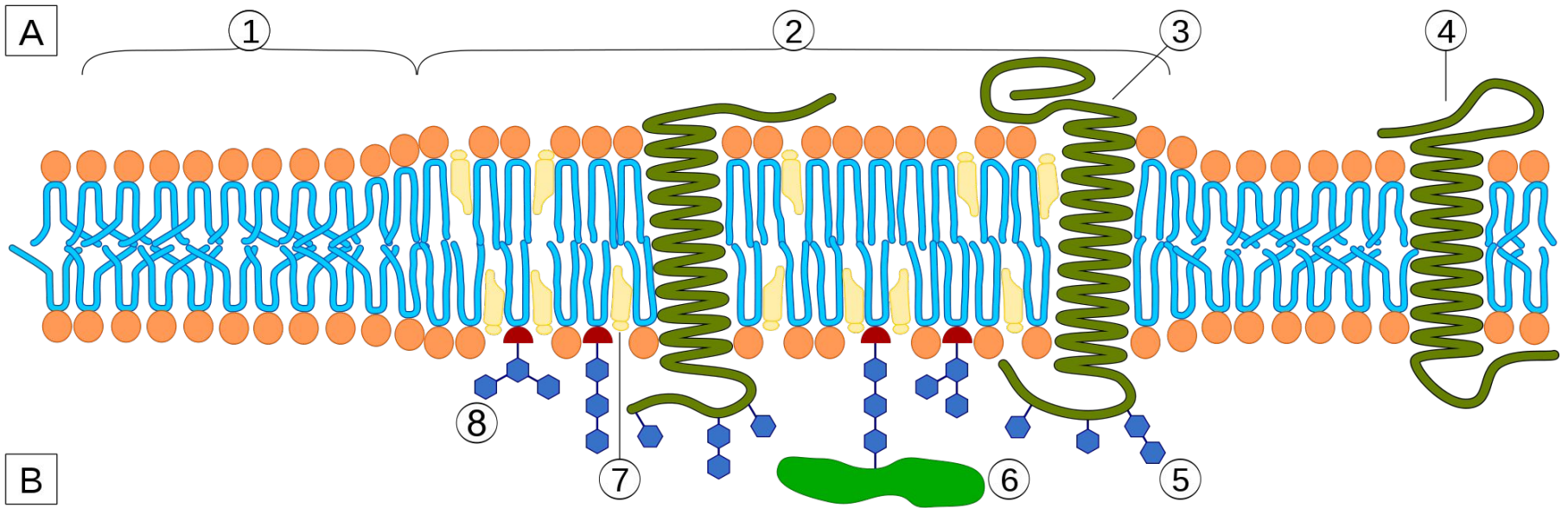
Изображение получается при прохождении электронов через ультратонкий образец

**Максимальное разрешение:  
1 ангстрем или 0,1 нм –  $10^{-10}$  м**



© 2008 Encyclopædia Britannica, Inc.





## Слаборастворимый липидный домен (рафт, плот):

(А) цитоплазма

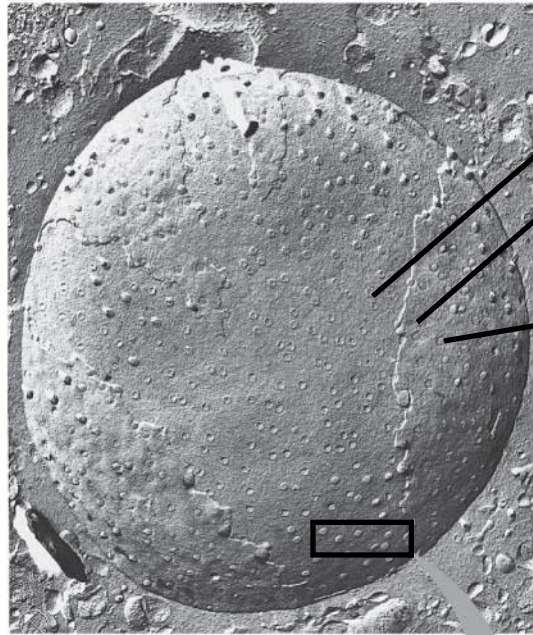
(В) апопласт или внутривезикулярное пространство

- 1.липид в жидкой фазе
- 2.липидный рафт
- 3.трансмембранный белок, связанный с липидным рафтом (трансмембранный домен длиннее)
- 4.обычный трансмембранный белок (короче)
- 5.олигосахаридные остатки гликопротеина рафта
- 6.гликозилфосфатидилинозитол
- 7.фитостерол
- 8.олигосахаридные остатки гликолипидов



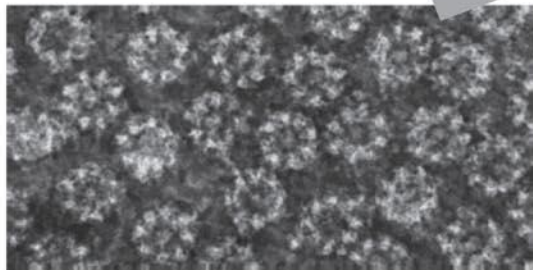
# Строение ядра:

1  $\mu\text{m}$

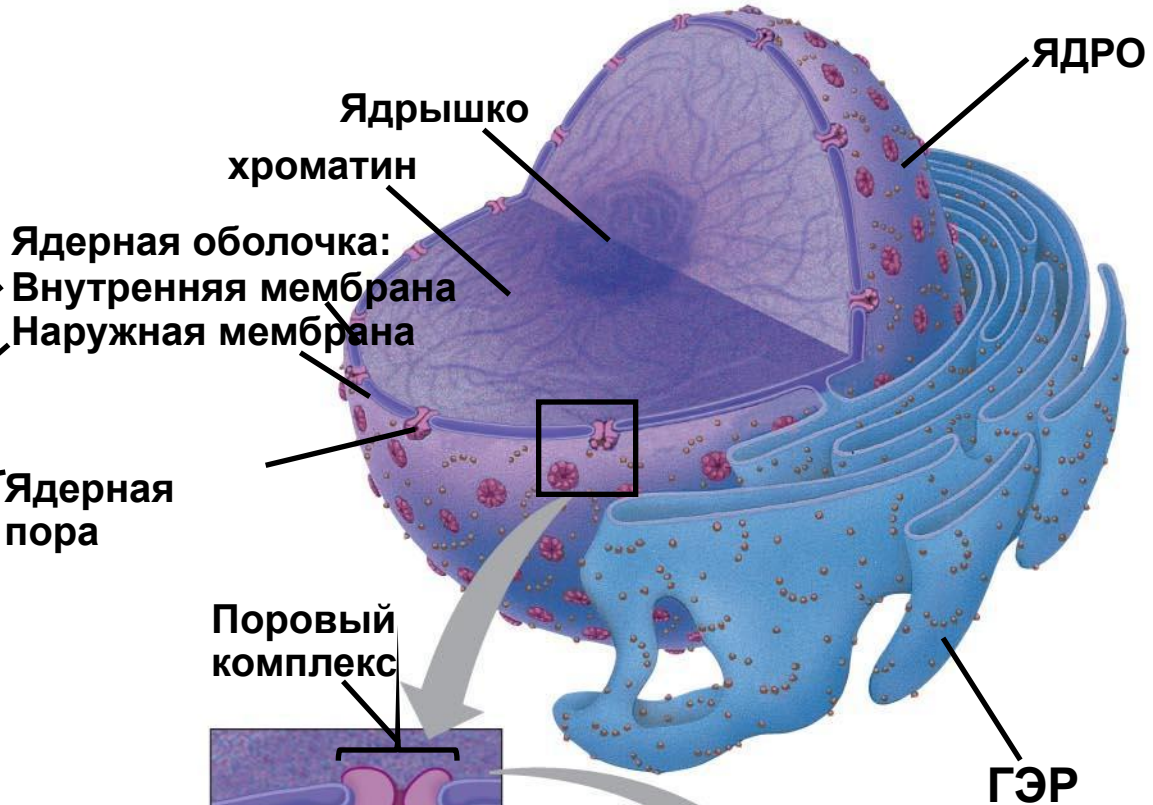


Поверхность ядерной оболочки

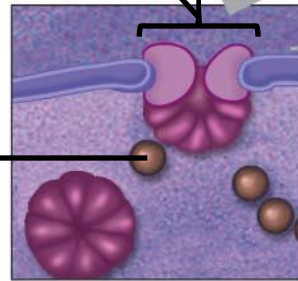
0.25  $\mu\text{m}$



Поровый комплекс (ТЕМ-фото)



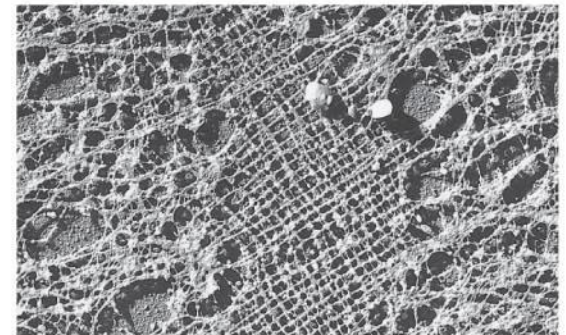
Поровый комплекс



Рибосома

Вблизи ядерной оболочки

1  $\mu\text{m}$



Ядерная ламина (ТЕМ-фото)

**Ядро** содержит гены, оно покрыто ядерной оболочкой, состоящей из двух бислойных мембран (таким образом, имеет 4 слоя липидов).

Поры регулируют вход и выход молекул.

Форма ядра поддерживается ядерной ламиной, своего рода каркасом (состоящим из белка).

В ядре ДНК и белки (гистоны) формируют материал, называемый ХРОМАТИНОМ, который может конденсироваться при делении, образуя дискретные «единицы» – хромосомы.

Ядрышко – место образования рибосомальной РНК.

**Рибосомы** – частицы (органеллы), состоящие из рибосомальной РНК и белка (несколько тысяч нуклеотидов и несколько десятков белков); это наноструктуры:

в цитоплазме **80S-рибосомы** – в диаметре 25-30 нм; 1:1 соотношение РНК к белку

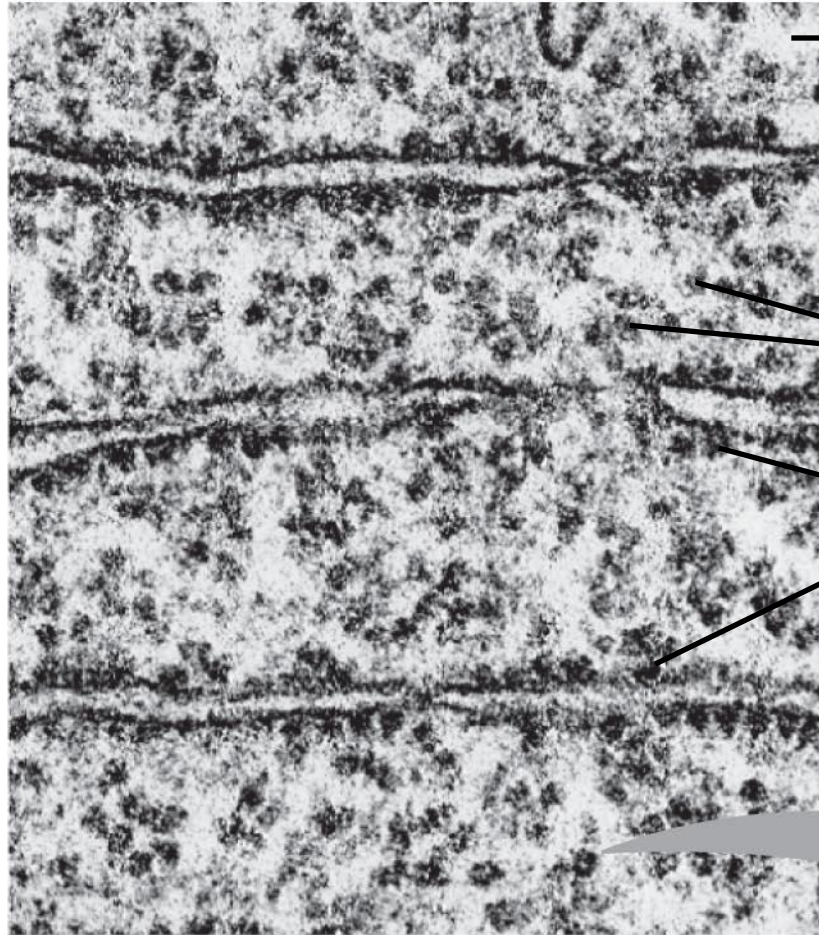
в хлоропластах и митохондриях – **70S-рибосомы** – 20 нм в диаметре – 0.65:0.35 соотношение РНК к белку

*S – единицы Сведберга, показывающие скорость осаждения, а не молекулярную массу*

# **Рибосомы катализируют синтез белка:**

- в цитоплазме (свободные рибосомы)**
- снаружи гранулярного ЭР**
- снаружи ядерной оболочки**

# Рибосомы:



цитоплазма

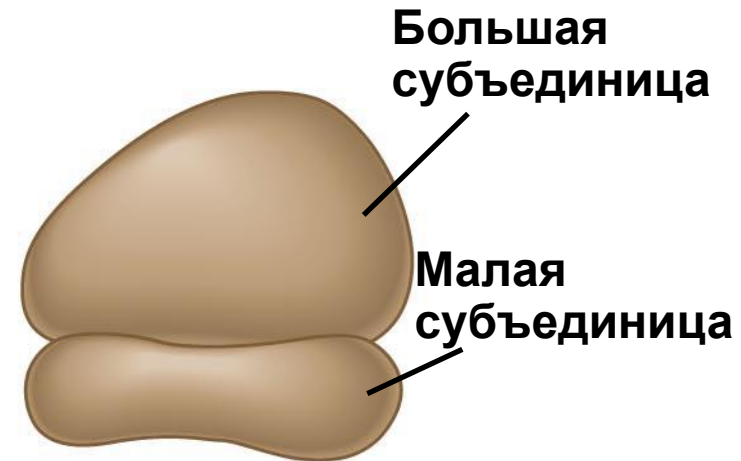
ГЭР

Свободные рибосомы

Связанные рибосомы

0.5  $\mu\text{m}$

ТЕМ-фотография



Большая субъединица

Малая субъединица

# Мембраны, расположенные внутри клетки часто называют **системой эндомембран**:

- ядерная оболочка
- мембрана ЭР
- мембрана аппарата Гольджи
- мембрана лизосом
- тонопласт (мембрана вакуоли)

Эндомембраны регулируют внутриклеточный транспорт белков и ответственны за основные биоэнергетические и многие метаболические функции клетки.