

**Лекция №6.
Анатомия стебля.
(4 часа)**

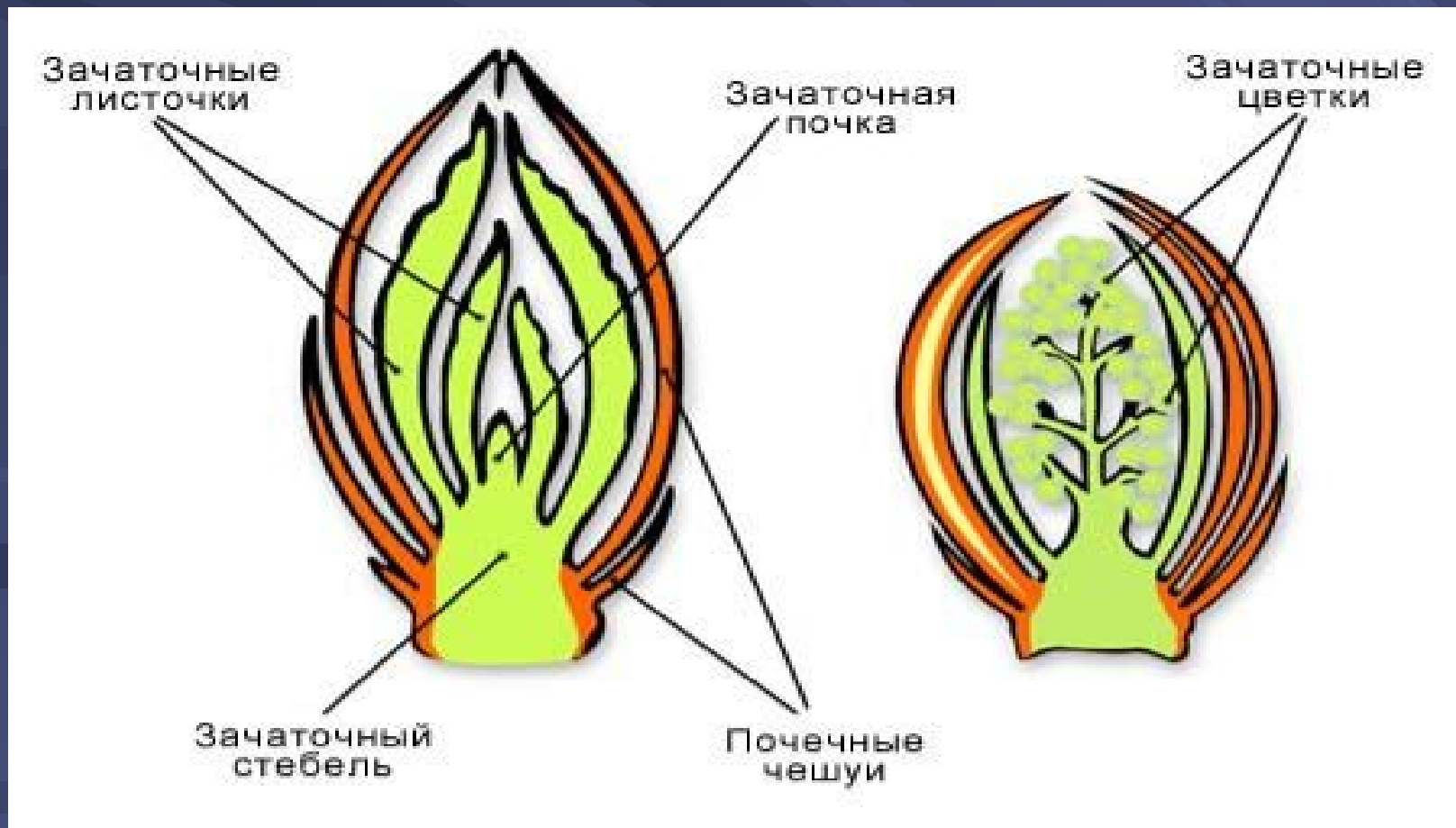
**Пыжикова Е.М.,
Бардонова Л.К.**

План лекции:

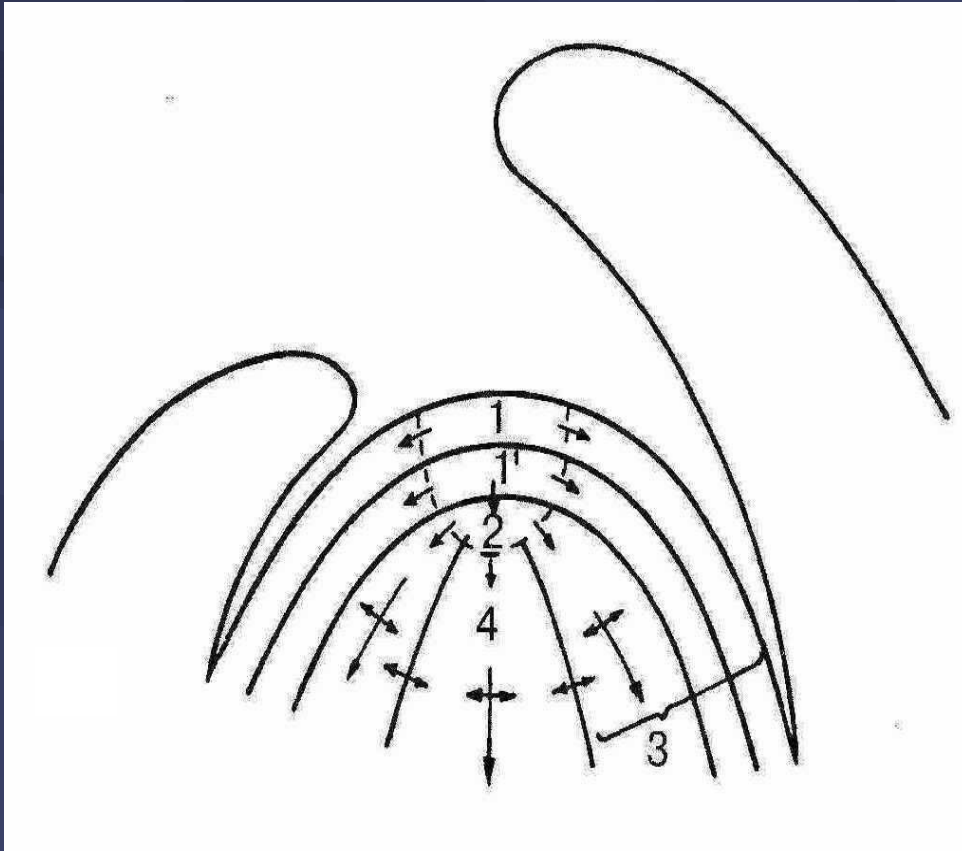
1. Строение апекса побега.
2. Первичное строение стебля.
3. Стеллярная теория.
4. Вторичное строение стебля.

Апекс побега

- Верхушка побега – это апекс (конус нарастания) побега. Состоит из клеток образовательной ткани формирующих в результате деления различные типы меристем. Апекс побега бывает вегетативный и флоральный. Вегетативный апекс – это верхушка вегетативного побега, флоральный апекс (от лат. flos, flores) – апекс генеративного побега.

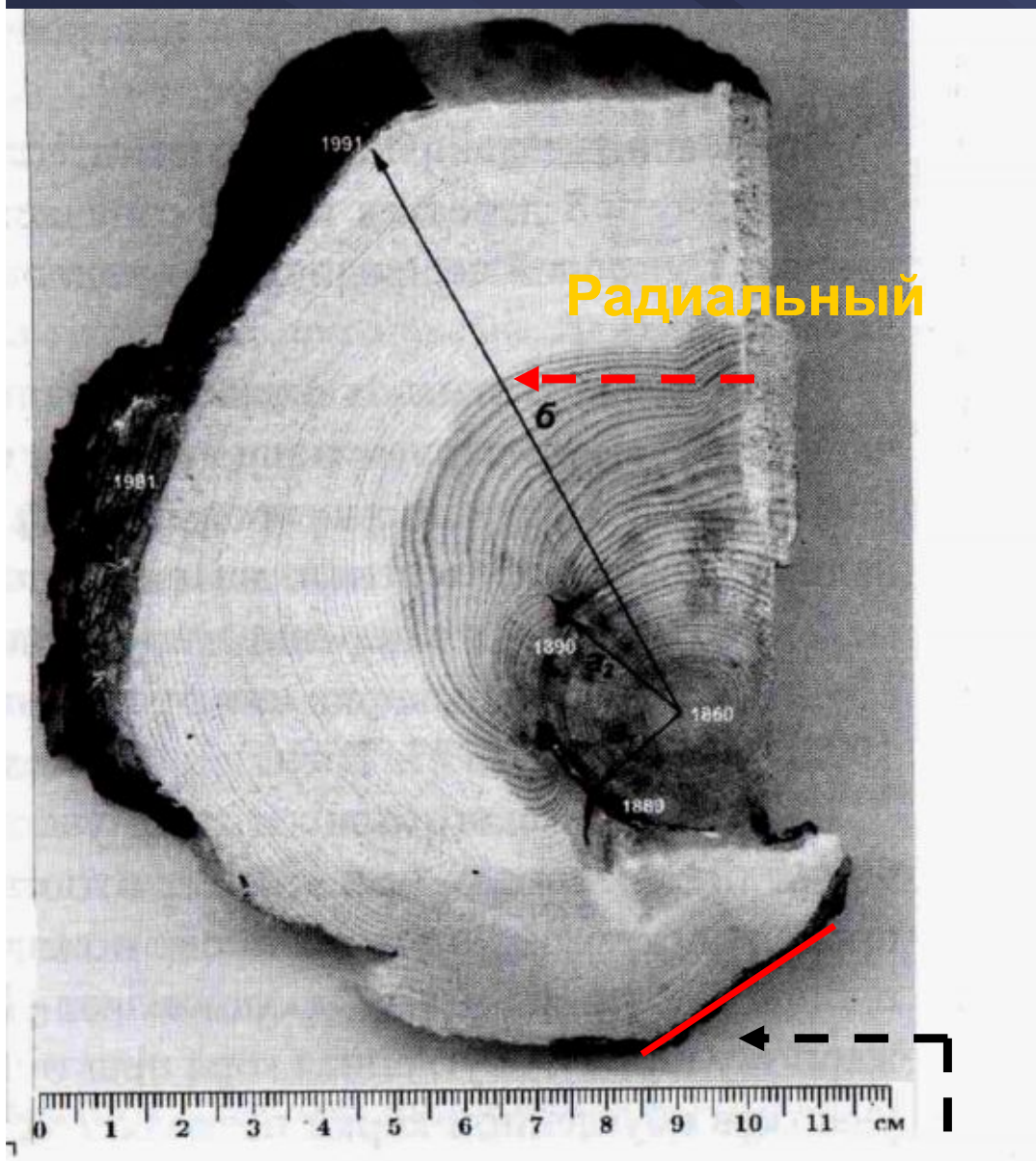


Строение апекса



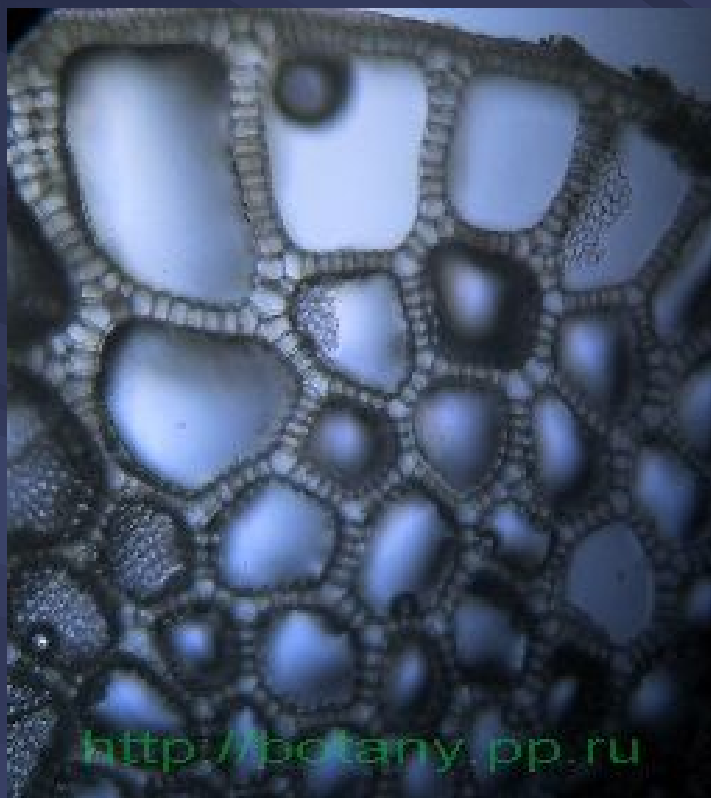
1 – инициальное кольцо (дистальная зона),
2 – центральная зона,
3 – периферическая зона, 4 – стержневая
меристема

- При исследовании апексов голосеменных и цветковых растений была предложена концепция цитогистологической зональности, т.е. в апексе выделяются зоны, образованные клетками, делящимися в разных направлениях. И выделено 3 зоны: дистальная, периферическая и центральная.

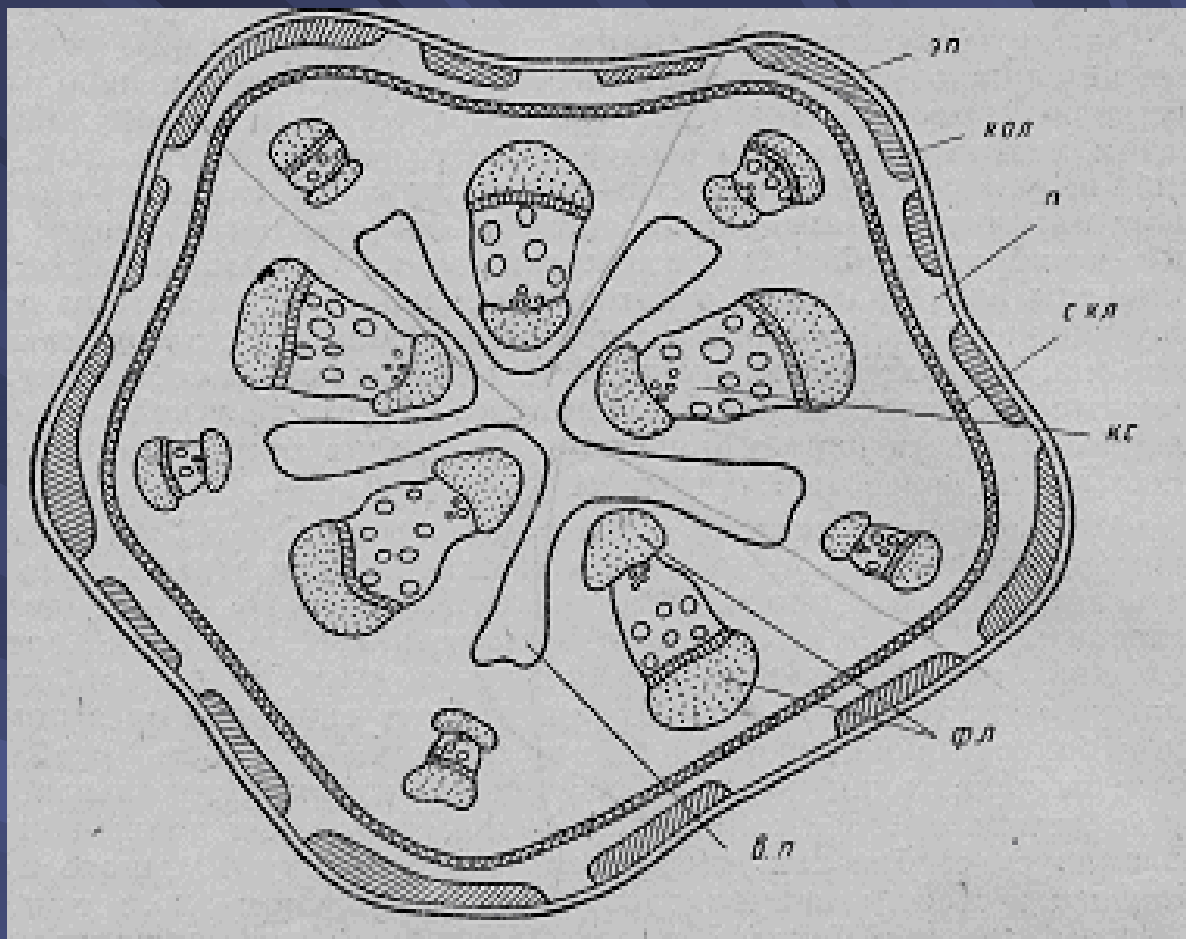


- Радиальный разрез – плоскость деления проходит по радиусу, перпендикулярно к годовичным кольцам. Тангентальный срез идет касательно годовичным кольцам прироста.

Тангентальный

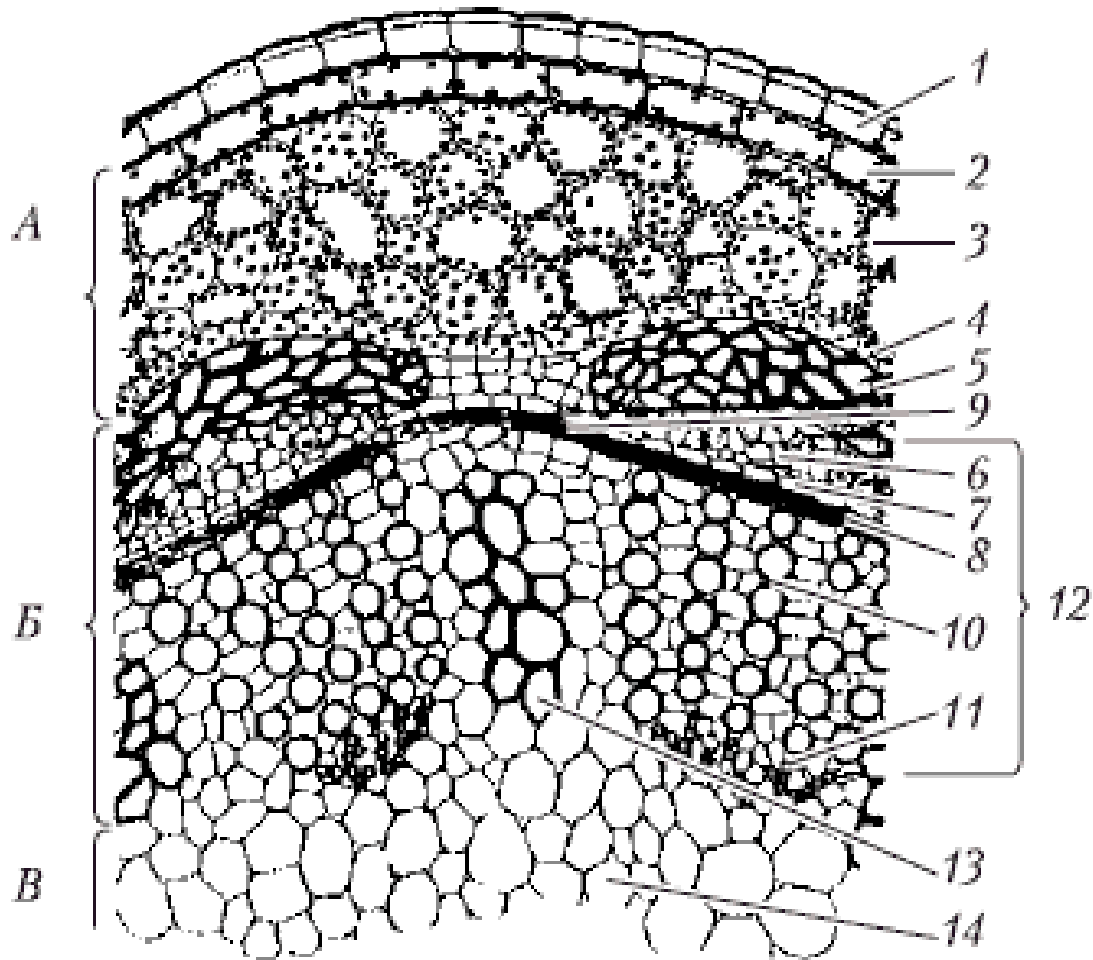


Аэренхима



эп- эпидермис; кол- колленхима; п-
паренхима; скл- склеренхима;
фл- флоэма; кс- ксилема;
в.п.- воздушная полость

Первичное строение стебля



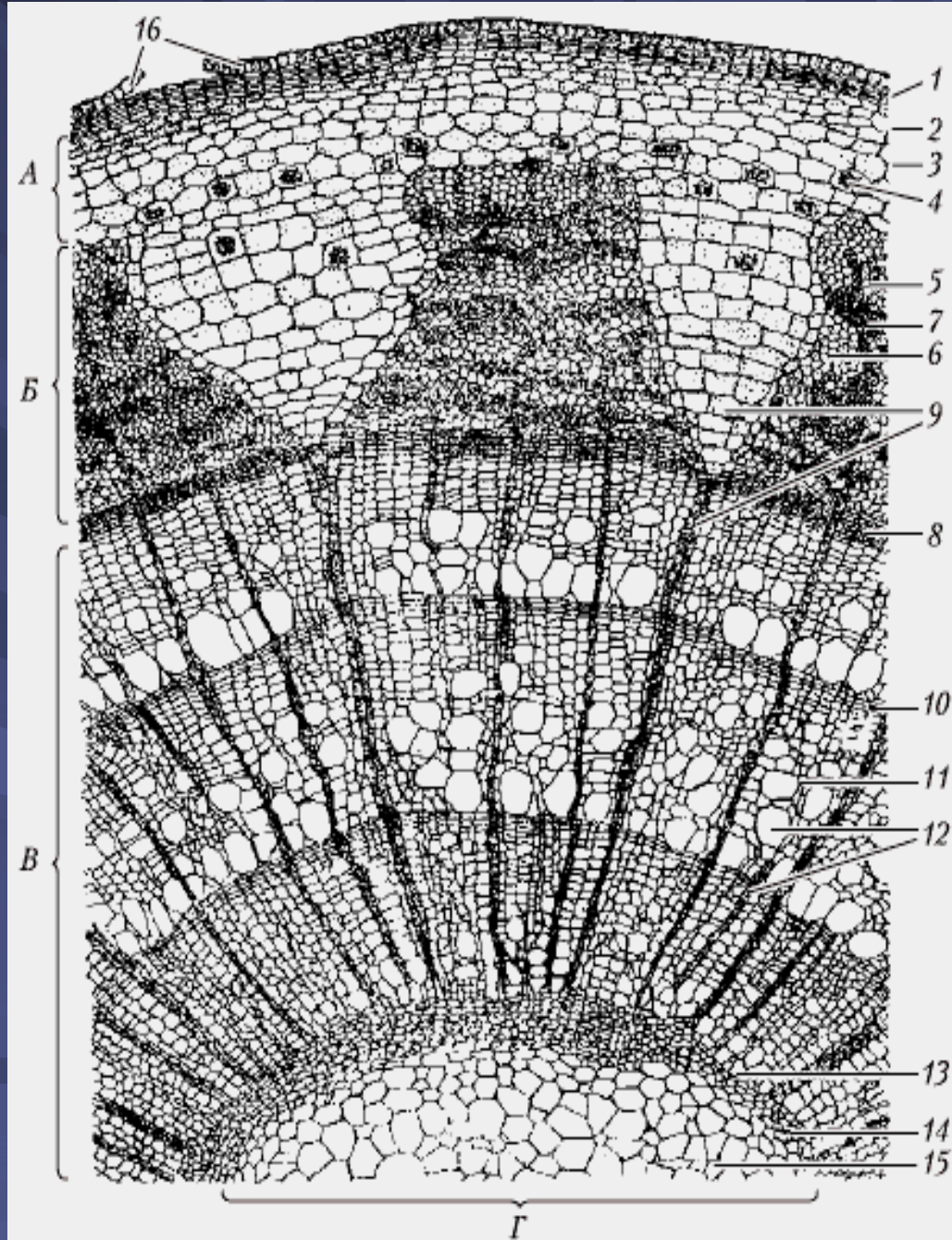
- Вторичное строение стебля клевера (пучковый тип строения) на поперечном срезе:
- А – первичная кора;
- Б – стела;
- В – сердцевина:
- 1 – эпидерма; 2 – колленхима; 3 – хлоренхима; 4 – крахмалоносное влагалище (эндодерма); 5 – склеренхима перициклического происхождения; 6, 7 – первичная и вторичная флоэма; 8 – пучковый камбий; 9 – межпучковый камбий; 10, 11 – вторичная и первичная ксилема; 12 – открытый коллатеральный пучок; 13 – одревесневшая паренхима; 14 – паренхима сердцевины

Таким образом:

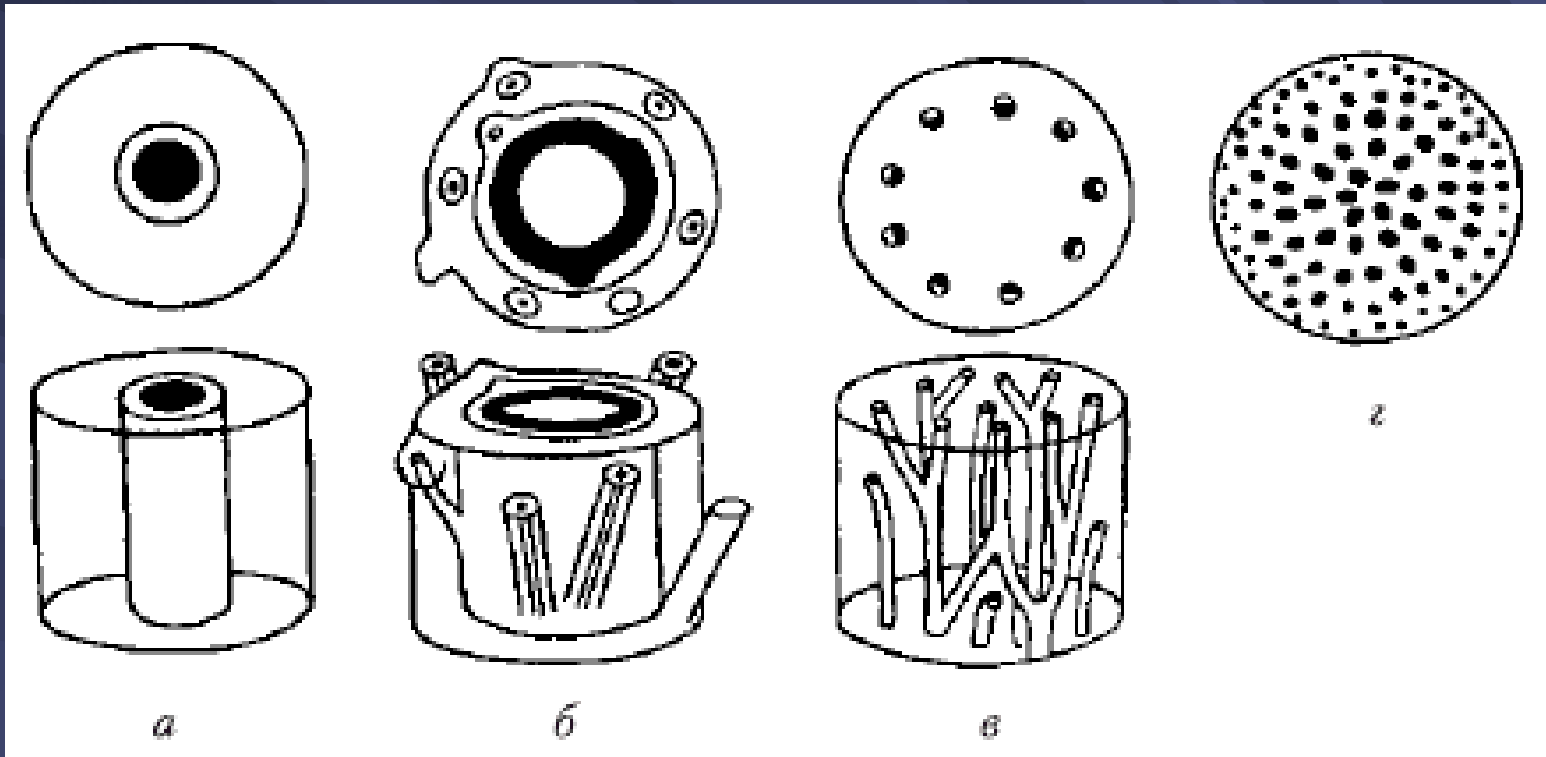
- первичная кора, имеющая паренхимное строение, многофункциональная и в ее состав входят:
 - 1. Механические ткани
 - 2. Клетки, содержащие хлоропласты
 - 3. Крахмалоносный слой.

Стебель трехлетнего побега липы на поперечном срезе:

- А – первичная кора;
- Б – вторичная кора;
- В – древесина;
- Г – сердцевина:
- 1 – перидерма; 2 – колленхима; 3 – хлоренхима; 4 – крахмалоносное влагалище; 5 – первичная флоэма; 6, 7 – вторичная флоэма (6 – мягкий луб, 7 – твердый луб); 8 – камбий; 9 – сердцевинный луч; 10–12 – годовой прирост древесины (10 – осенняя, 11 – летняя, 12 – весенняя); 13 – первичная ксилема; 14 – перимедуллярная зона; 15 – паренхима сердцевины; 16 – остатки отмершей эпидермы



Стелярная теория



Типы стелы:

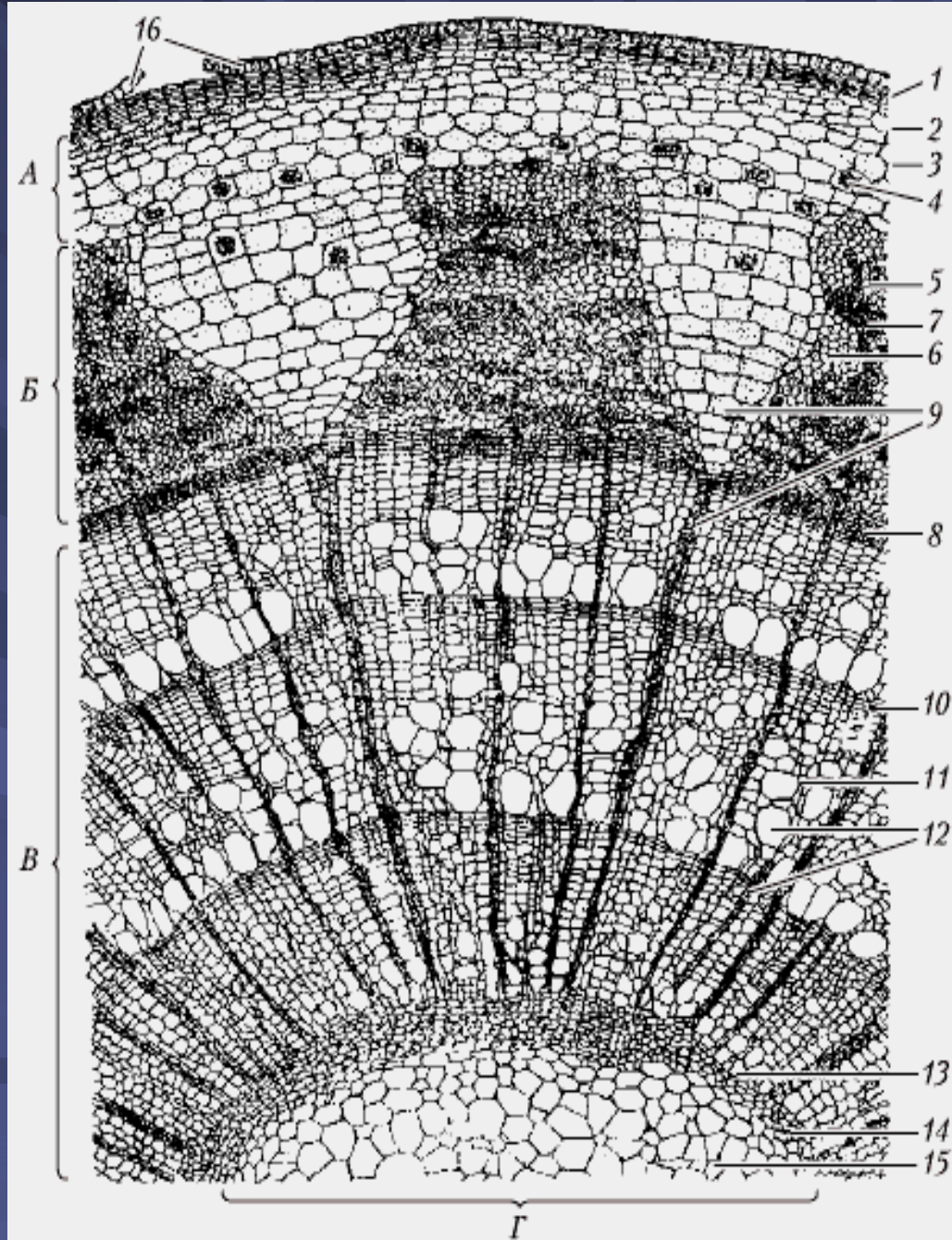
а – протостела; б – сифностела;

в – эвстела; г – атактостела.

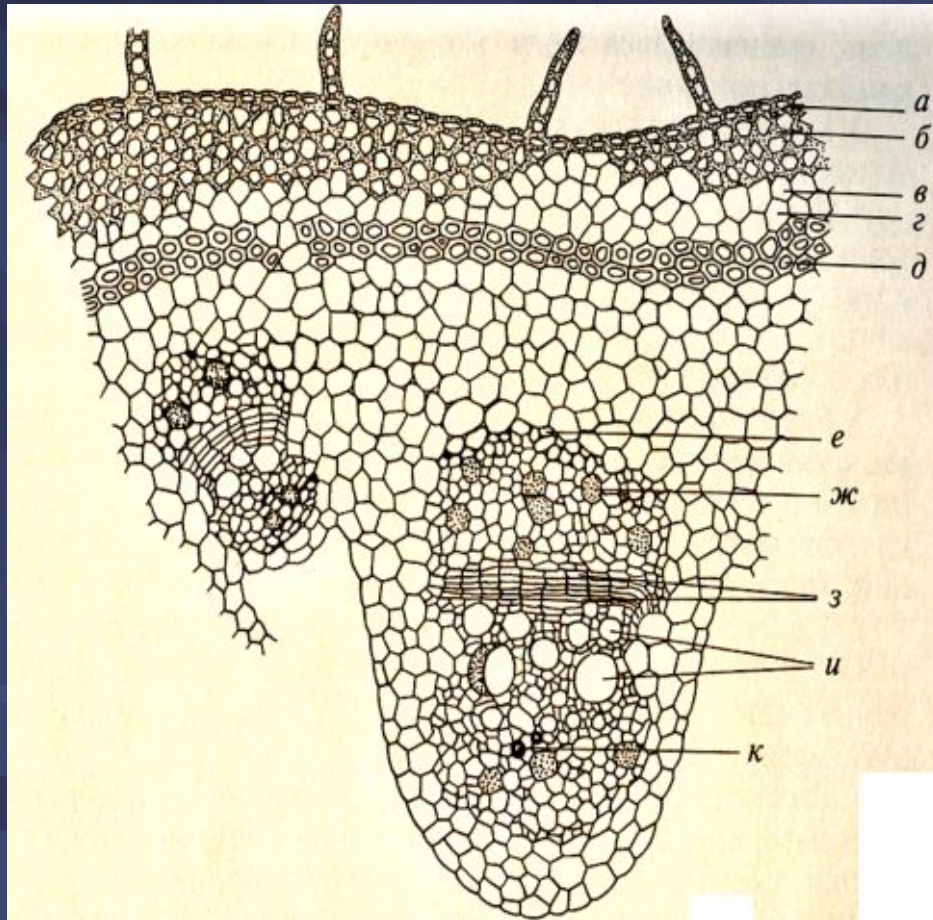
Ксилема показана черным цветом

Стебель трехлетнего побега липы на поперечном срезе:

- А – первичная кора;
- Б – вторичная кора;
- В – древесина;
- Г – сердцевина:
- 1 – перидерма; 2 – колленхима; 3 – хлоренхима; 4 – крахмалоносное влагалище; 5 – первичная флоэма; 6, 7 – вторичная флоэма (6 – мягкий луб, 7 – твердый луб); 8 – камбий; 9 – сердцевинный луч; 10–12 – годовой прирост древесины (10 – осенняя, 11 – летняя, 12 – весенняя); 13 – первичная ксилема; 14 – перимедуллярная зона; 15 – паренхима сердцевины; 16 – остатки отмершей эпидермы



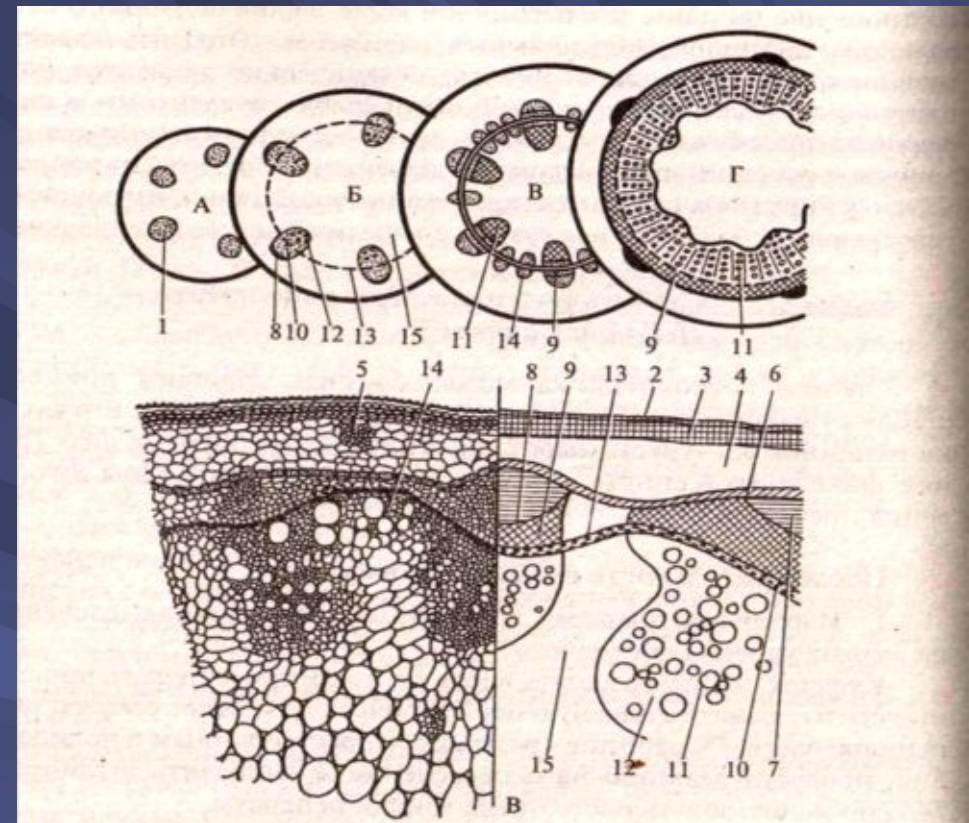
Строение стебля определяется расположением проводящих пучков:



- 1. Пучковое строение. Прокамбий закладывается отдельными тяжами и проводящие пучки коллатерального типа располагаются правильными рядами. Между пучками формируется parenchyma ткань, образующая сердцевинные лучи. Такой тип строения имеют травы, лианы, пучки располагаются по кругу.

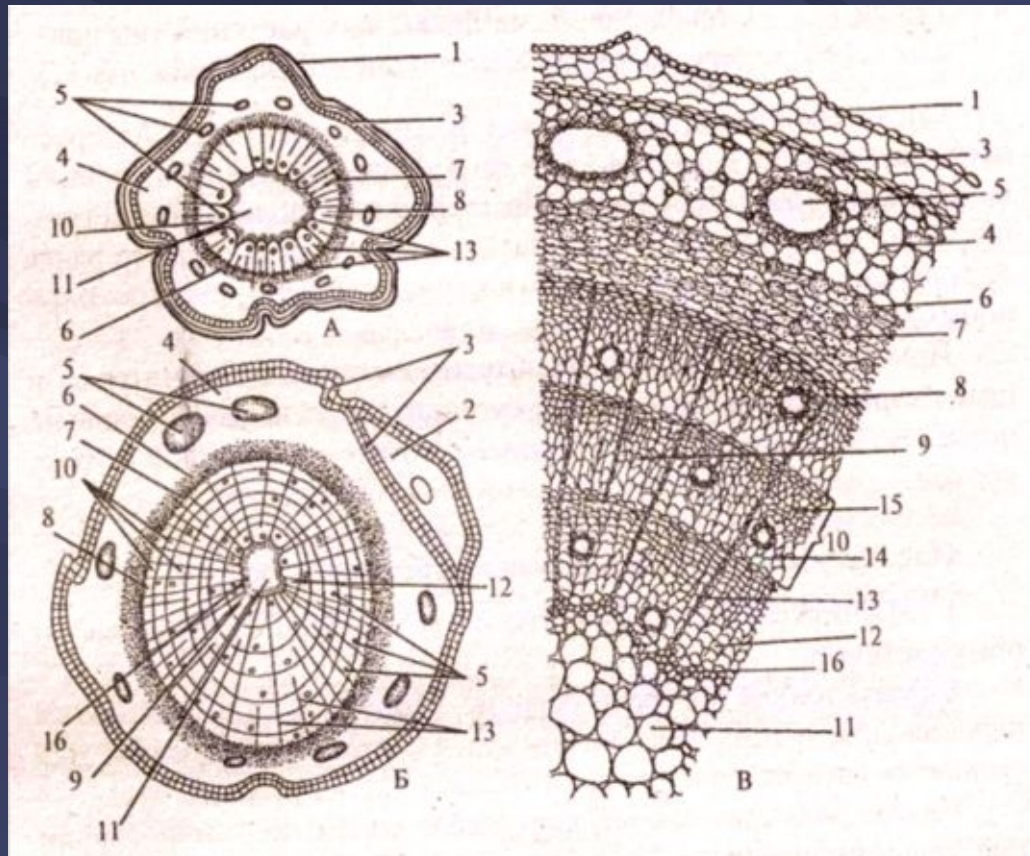
Строение стебля определяется расположением проводящих пучков:

- 2. Переходное строение. Первичное строение пучковое, прокамбиальные тяжи располагаются по кругу. С деятельностью камбия формируются вторичная КС и ФЛ и образуются новые пучки, которые располагаются между прежними. В конечном итоге образуется сплошное кольцо проводящей ткани, как у астровых, но наличие первичной КС и ФЛ свидетельствует о пучковом типе строения.



Поперечные срезы стебля подсолнечника, сделанные на разных уровнях (по В.Г. Хржановскому и др., 1982): А – на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне перехода к непучковому строению; Г – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидермис; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма (3 – 6 – первичная кора); 7 – склеренхима; 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковый камбий; 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий; 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – паренхима сердцевины (7 – 15 – видоизмененный центральный цилиндр)

Строение стебля определяется расположением проводящих пучков:

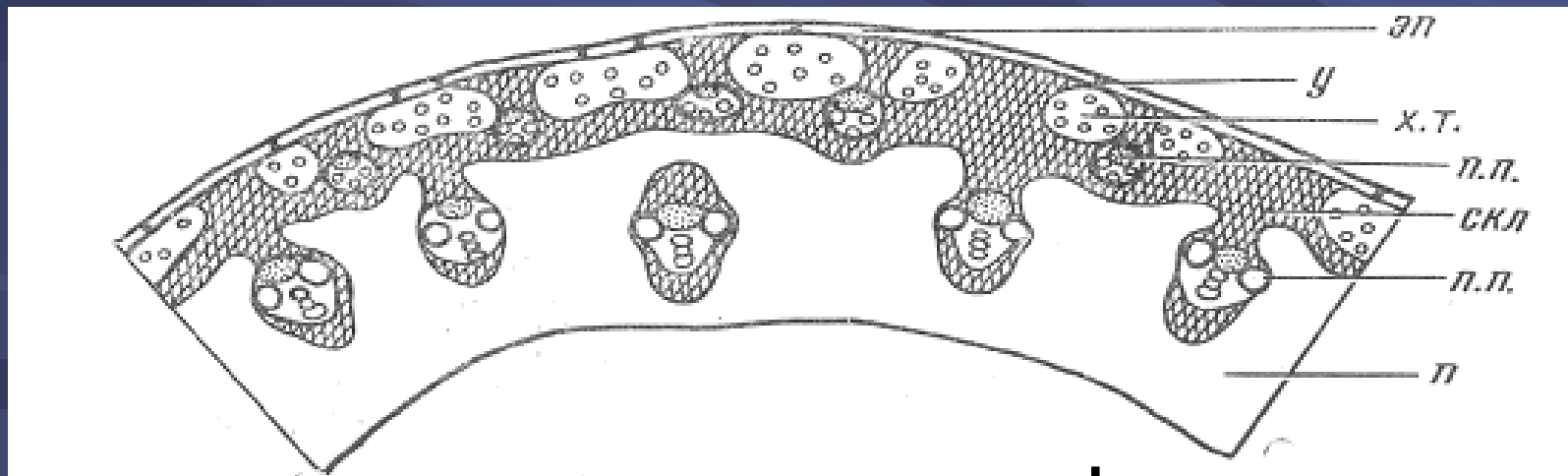


Строение стебля сосны: А, Б – схематическое изображение строения – однолетнего и многолетнего стеблей; В – сектор поперечного среза трехлетнего стебля (по В.Н.Вехову и др., 1980): 1 – эпидермис; 2 – чешуя корки; 3 – перидерма; 4 – паренхима первичной коры; 5 – смоляные ходы; 6 – первичная флоэма, 7 – луб; 8 – камбий; 9 – древесина; 10 – годовые кольца древесины; 11 – сердцевина; 12 – первичная ксилема; 13 – сердцевинные лучи; 14, 15 – весенняя и летняя древесина; 16 – перимедуллярная зона сердцевины

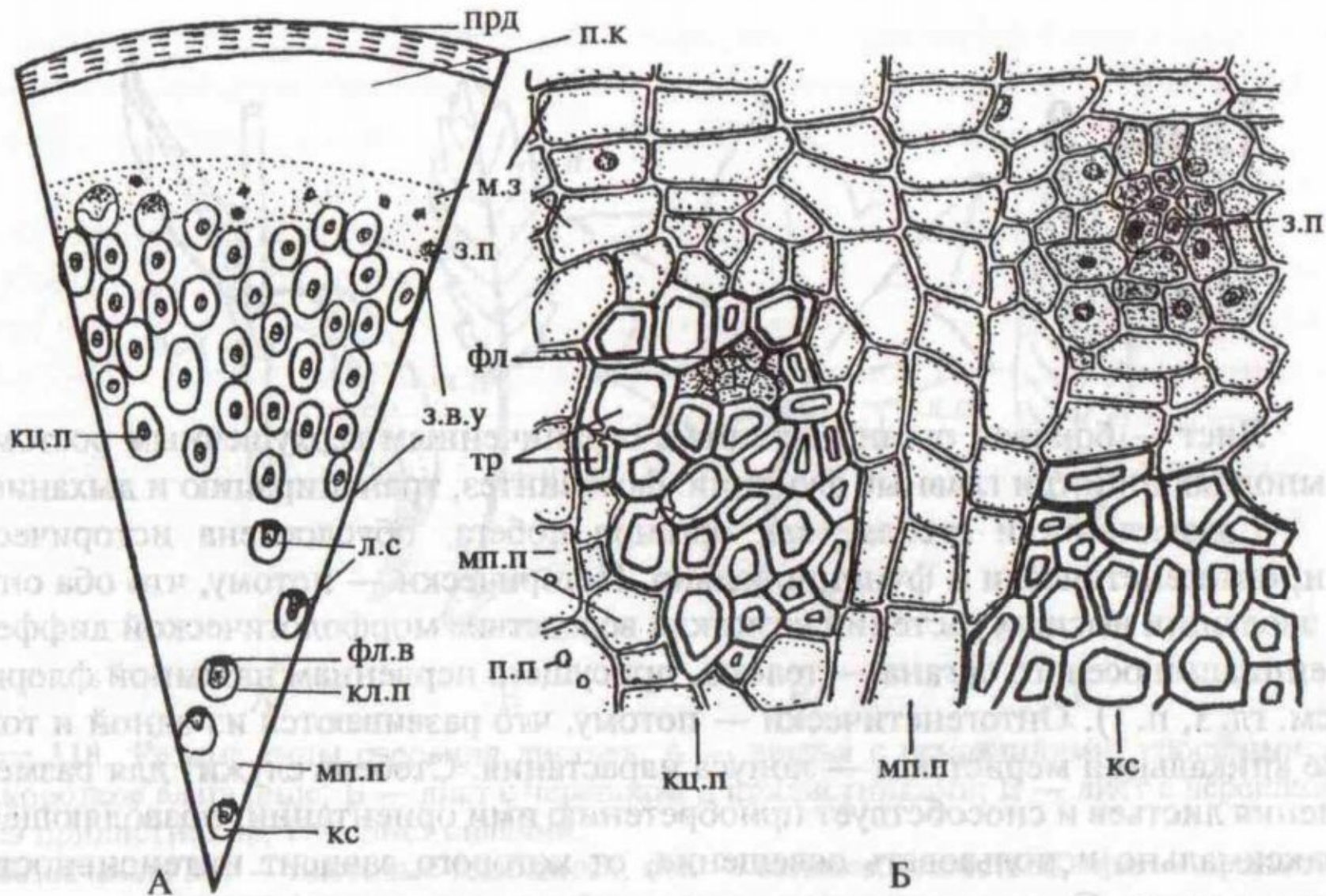
- 3. Сплошное строение (непучковое). Прокамбий закладывается в виде полого цилиндра и на поперечном сечении имеет вид сомкнутого кольца. Тип сплошного строения характерен для деревьев. Проводящие пучки располагаются очень близко и образуют сплошное кольцо проводящей ткани. Паренхимные лучи очень узкие и малозаметные.

Строение стебля определяется расположением проводящих пучков:

- 4. Пальмовый тип. У однодольных растений (пальм, злаков, у которых нет полости в центре стебля, как у кукурузы) пучки коллатерального типа и разбросаны по всему стеблю. Область сердцевины не выделяется.

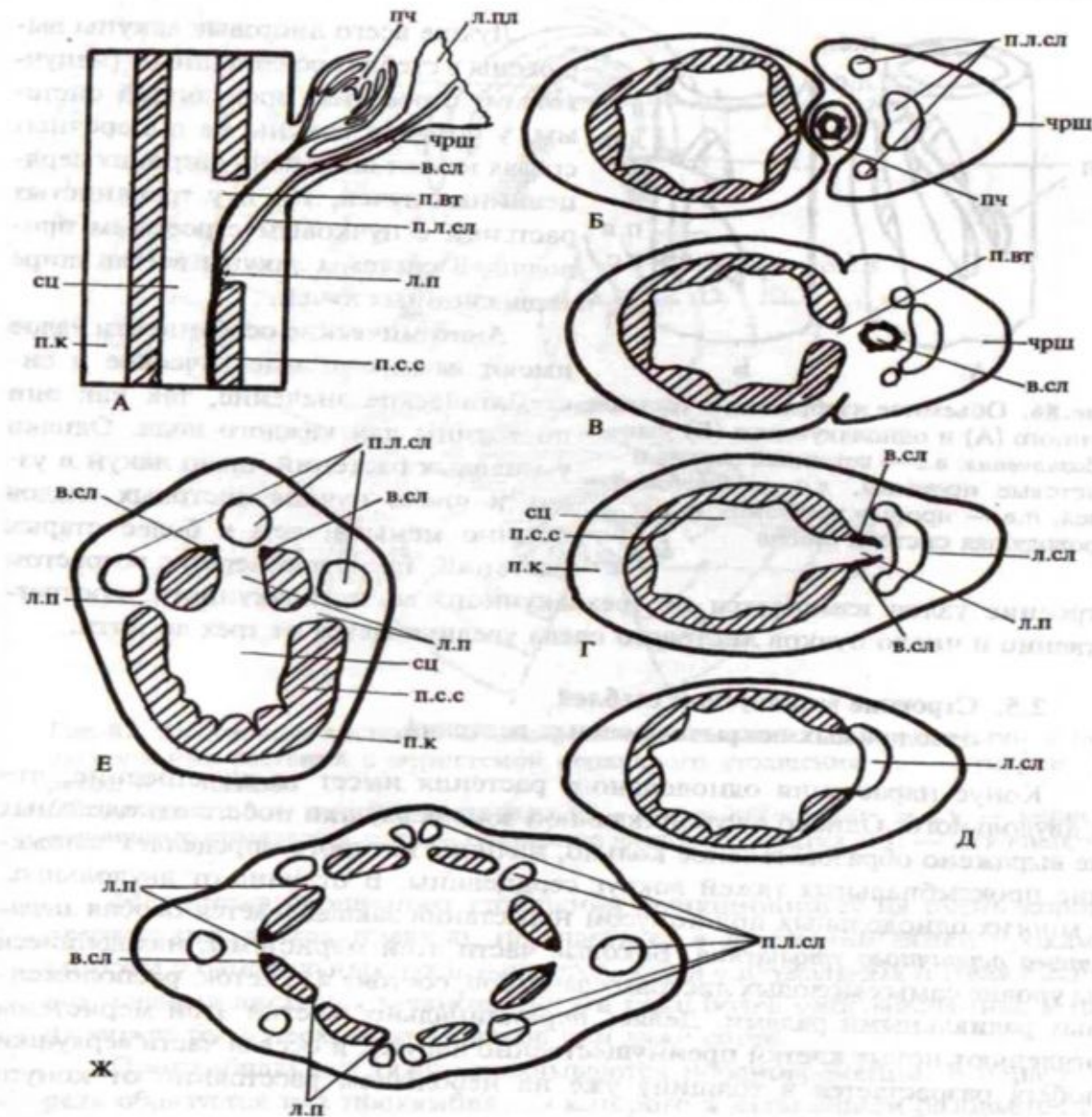


эп. – эпидермис; **у** – устьица; **х.т.** – хлорофиллоносная ткань; **скл.** – склеренхима; **п.п.** – проводящие пучки; **п.** – паренхима



Строение стебля драцены: А — поперечный срез стебля; Б — фрагмент зоны вторичного утолщения.

Обозначения: з.в.у — зона вторичного утолщения, з.п — закладывающийся проводящий пучок, кл.п — коллатеральный проводящий пучок, кс — ксилема, кц.п — концентрический амфивазальный пучок, л.с — пучки листовых следов, м.з — меристематическая зона, мп.п — межпучковая паренхима, п.к — первичная кора, п.п. — простые поры, прд — перидерма, тр — трахеиды, фл — флоэма, фл.в — флоэмные волокна

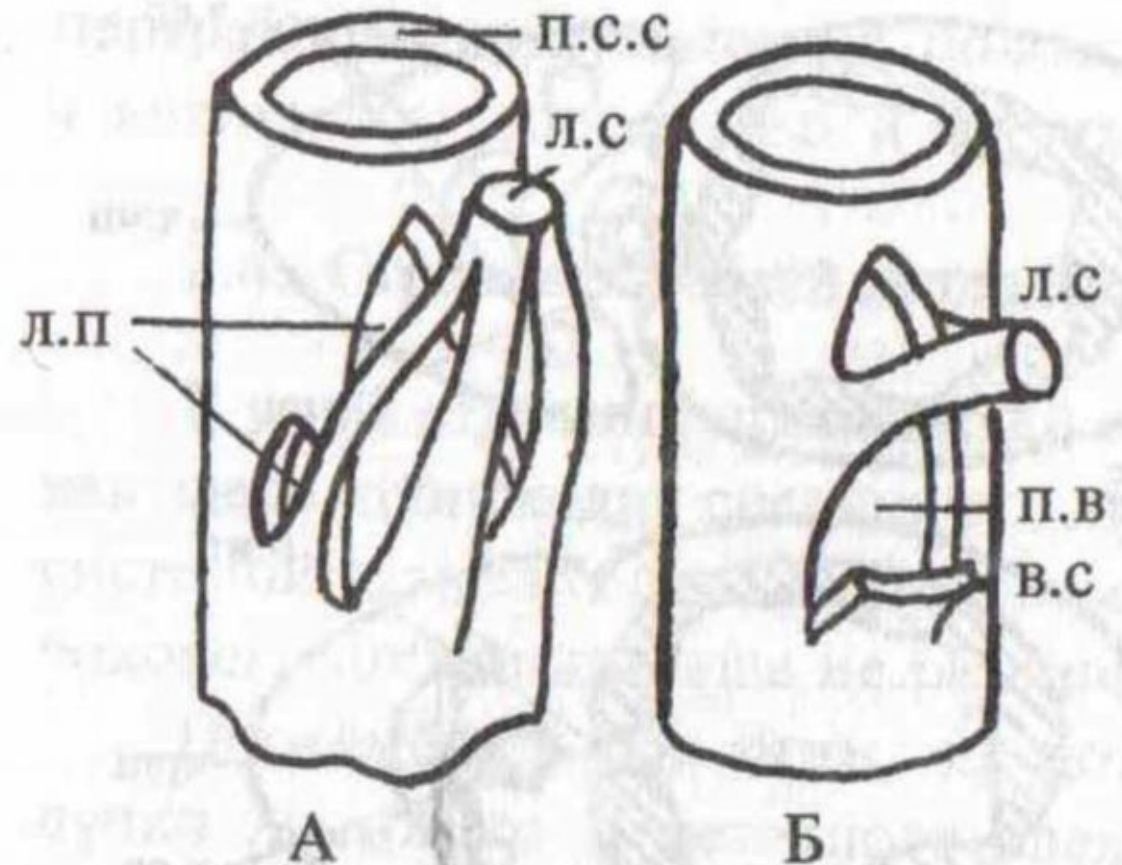


Узловые зоны стеблей двудольных растений

Схемы строения узловых зон стеблей двудольных растений: А — соединение проводящих систем стебля, пазушной почки и листа; Б–Д — последовательные стадии соединения проводящих систем стебля, веточного следа и пучков листового следа в однолакунном узле флокса; Е — трехлакунный трехпучковый узел яблони; Ж — многолакунный узел бузины.
Обозначения: в.сл — веточный след, л.п — листовые прорывы, л.пл — листовая пластинка, л.сл — листовые следы, п.вт — прорывы ветвления, п.к — первичная кора, п.л.сл — пучки листовых следов, п.с.с — проводящая система стебля, пч — почка, сц — сердцевина, чрш — черешок

Лакуны

- В области, где листовая след ответвляется от проводящего цилиндра по направлению к основанию листа, формируется паренхимная зона — эта зона называется листовой щелью (прорывом, лакуной).



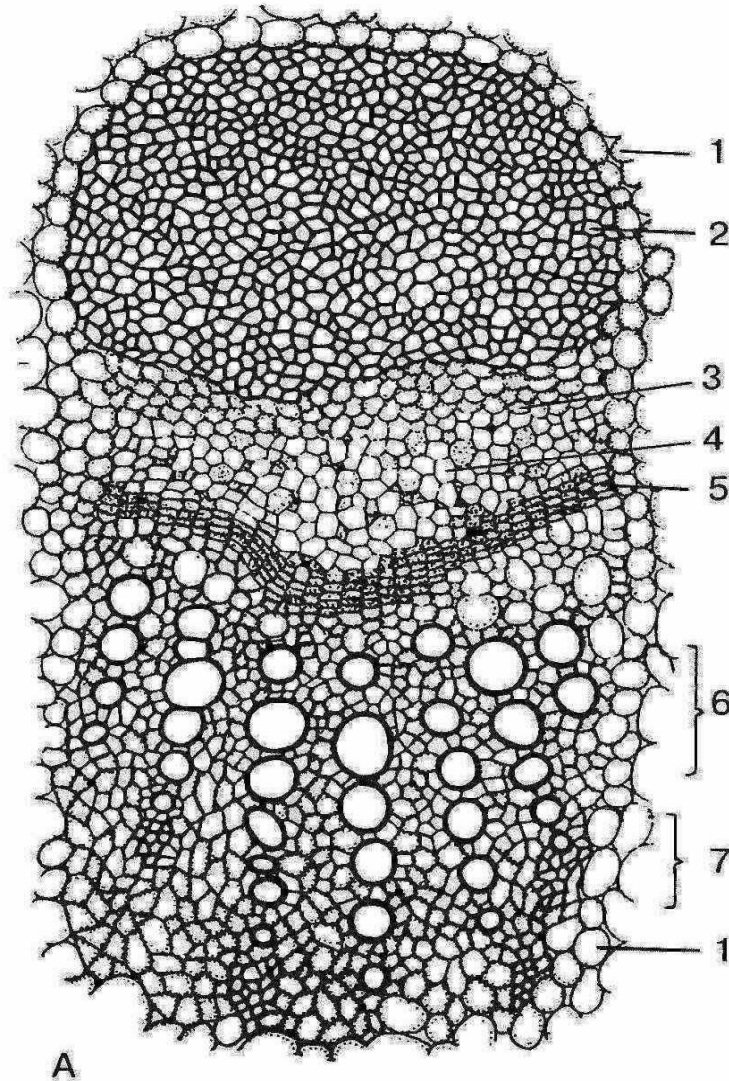
Объемное изображение трехлакунного (А) и однолакунного (Б) узлов. Обозначения: в.с — веточный след, л.п — листовые прорывы, л.с — листовой след, п.в — прорыв ветвления, п.с.с — проводящая система стебля

Вторичное строение стебля.

1. Переход ко вторичному строению.
Строение древесины, ее классификация.
2. Типы и роль древесинной паренхимы.
3. Вторичная флоэма и образование корки.
4. Строение стебля однодольных растений.

Закладка и работа камбия.

- Камбий возникает из прокамбия в проводящих пучках и может образоваться из межпучковой паренхимы. Камбий, который образуется в пучках, называется пучковым камбием (ПК), тяжи пучкового камбия связаны друг с другом добавочными полосками меристемы – межпучковый камбий. Камбий появляется к концу первого года жизни побега, после того как завершается рост междоузлий в длину.



Коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый проводящий пучок подсолнечника (*Helianthus annuus*) (из Н. С. Киселевой, Н. В. Шелухина, 1969); х 80:

А — поперечный разрез; Б — продольный разрез; 1 — основная паренхима; 2 — перициклические волокна (склеренхима); 3 — лубяная паренхима; 4 — ситовидные трубки с клетками-спутницами; 5 — камбий; 6 — вторичная ксилема; 7 — первичная ксилема; 8 — пористый сосуд; 9 — древесная паренхима; 10 — сетчатый сосуд; 11 — волокна либриформа; 12 — лестничный сосуд; 13, 14 — спиральные сосуды; 15 — кольчатый сосуд.

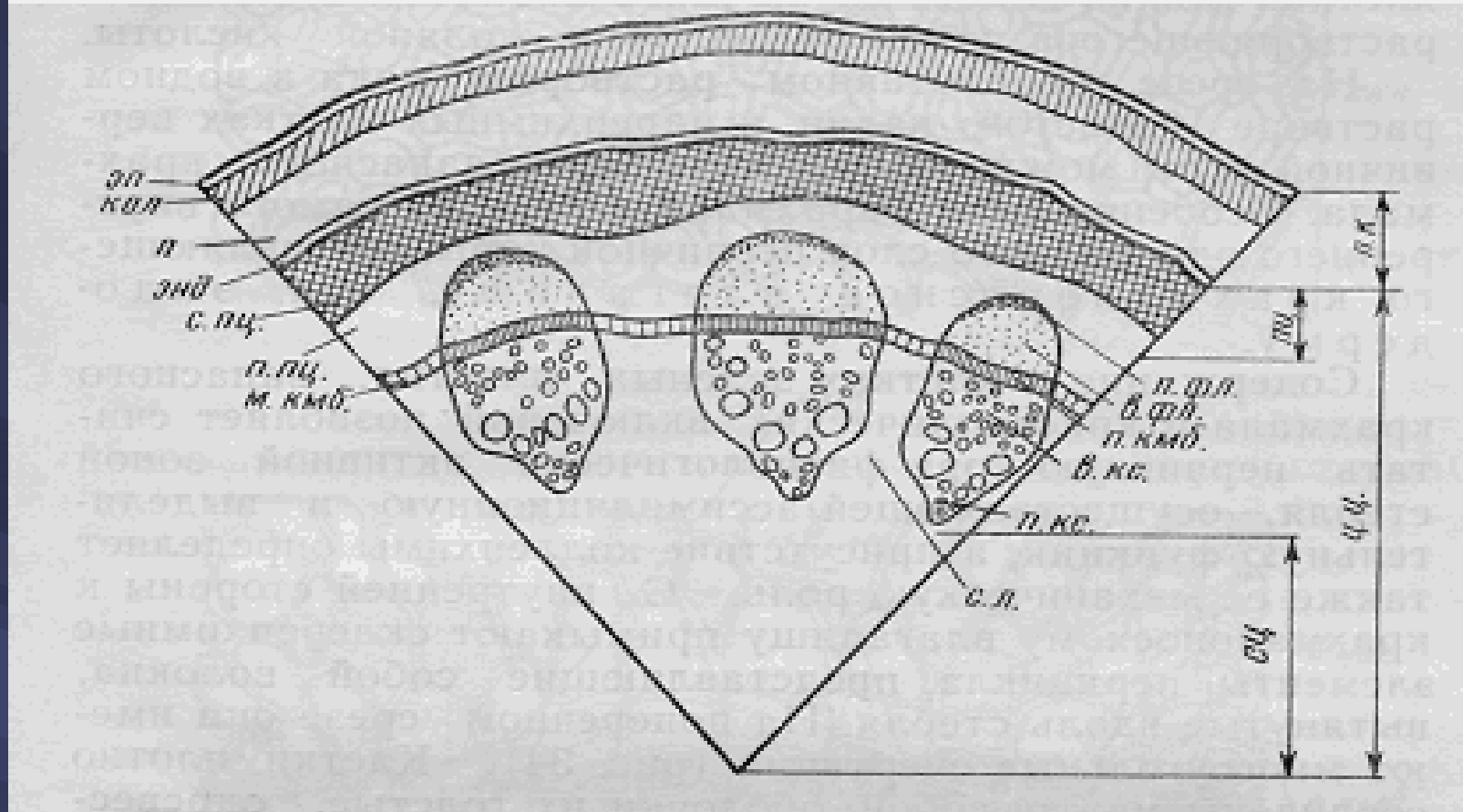
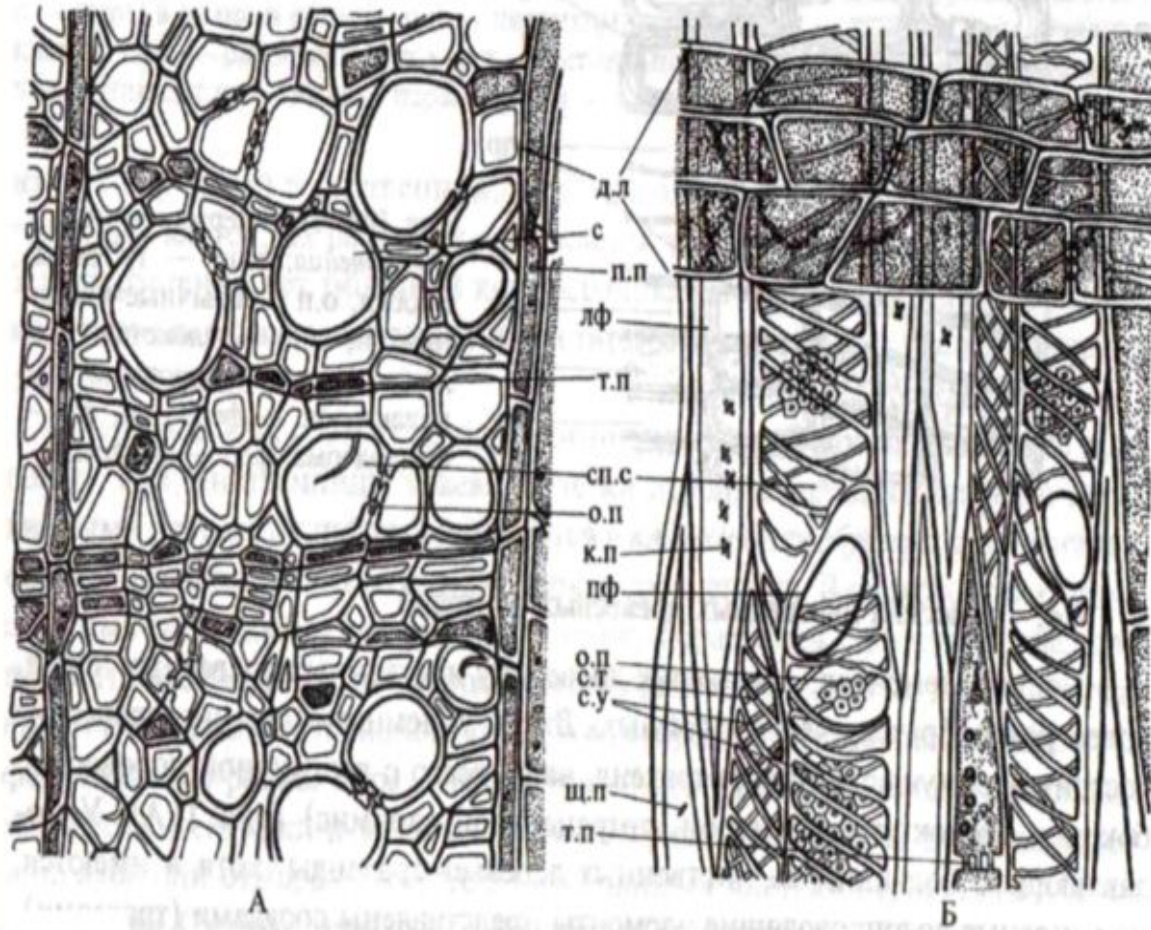


Схема строения стебля кирказона

Эп- эпидермис; п.к.- первичная кора; ц.ц.- центральный цилиндр; пц- перцикл; сц- сердцевина; кол- колленхима; п- паренхима первичной коры; энд- эндодерма; с.пц.- склеренхима перцикла; п.пц- паренхима перцикла; п.фл.- первичная флоэма; в.фл.- вторичная флоэма; п.кмб.- пучковый камбий; в.кс.- вторичная ксилема; п.кс- первичная ксилема; м.кмб.- межпучковый камбий; с.л.- сердцевинный луч

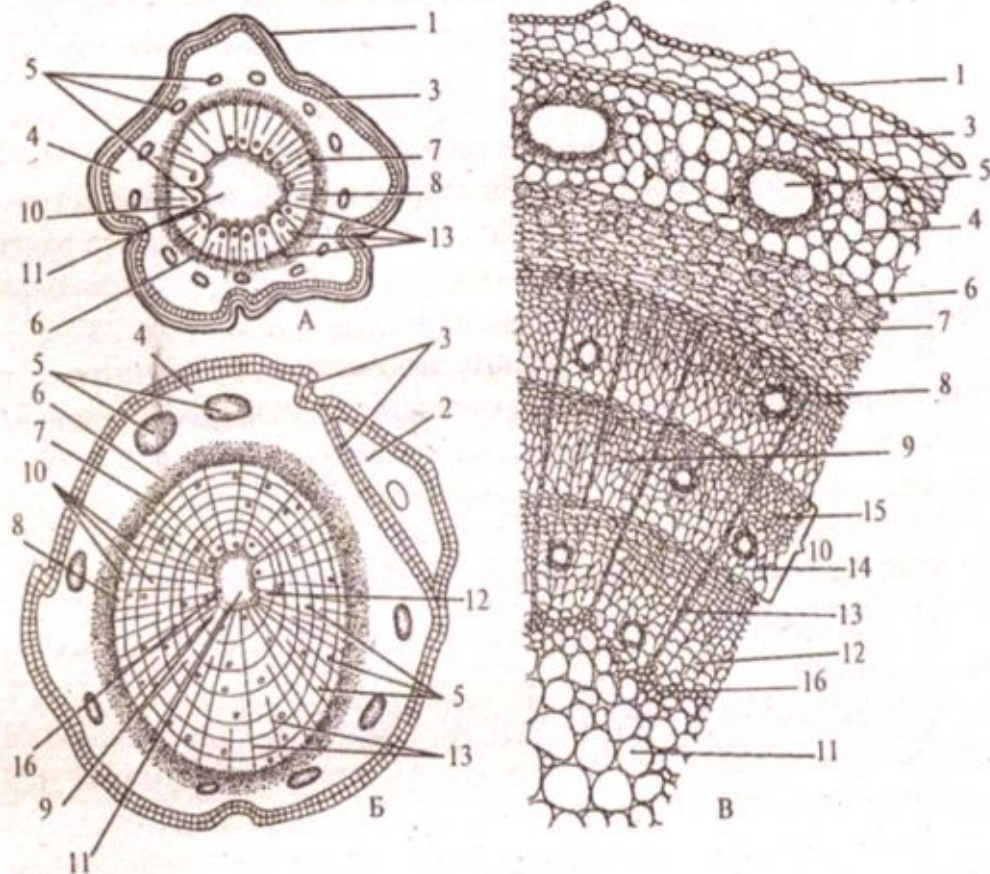
Строение древесины

- В древесине различают следующие гистологические элементы: сосуды, трахеиды, древесинные волокна (либриформ), древесинную паренхиму, сердцевинные лучи. Все эти элементы группируются в системы: вертикальную (осевую) и горизонтальную (лучевую).



Строение древесины липы на поперечном (А) и радиальном (Б) срезах.

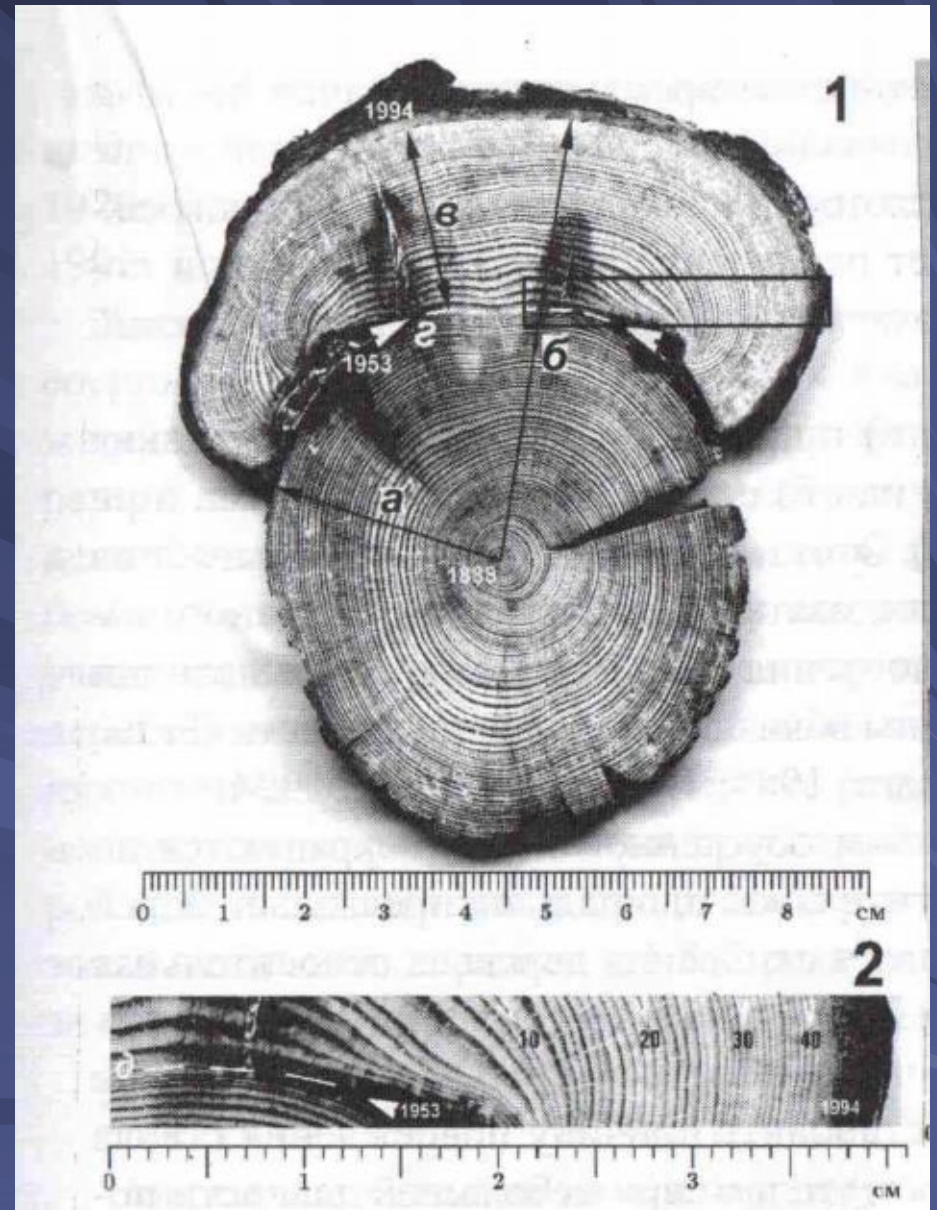
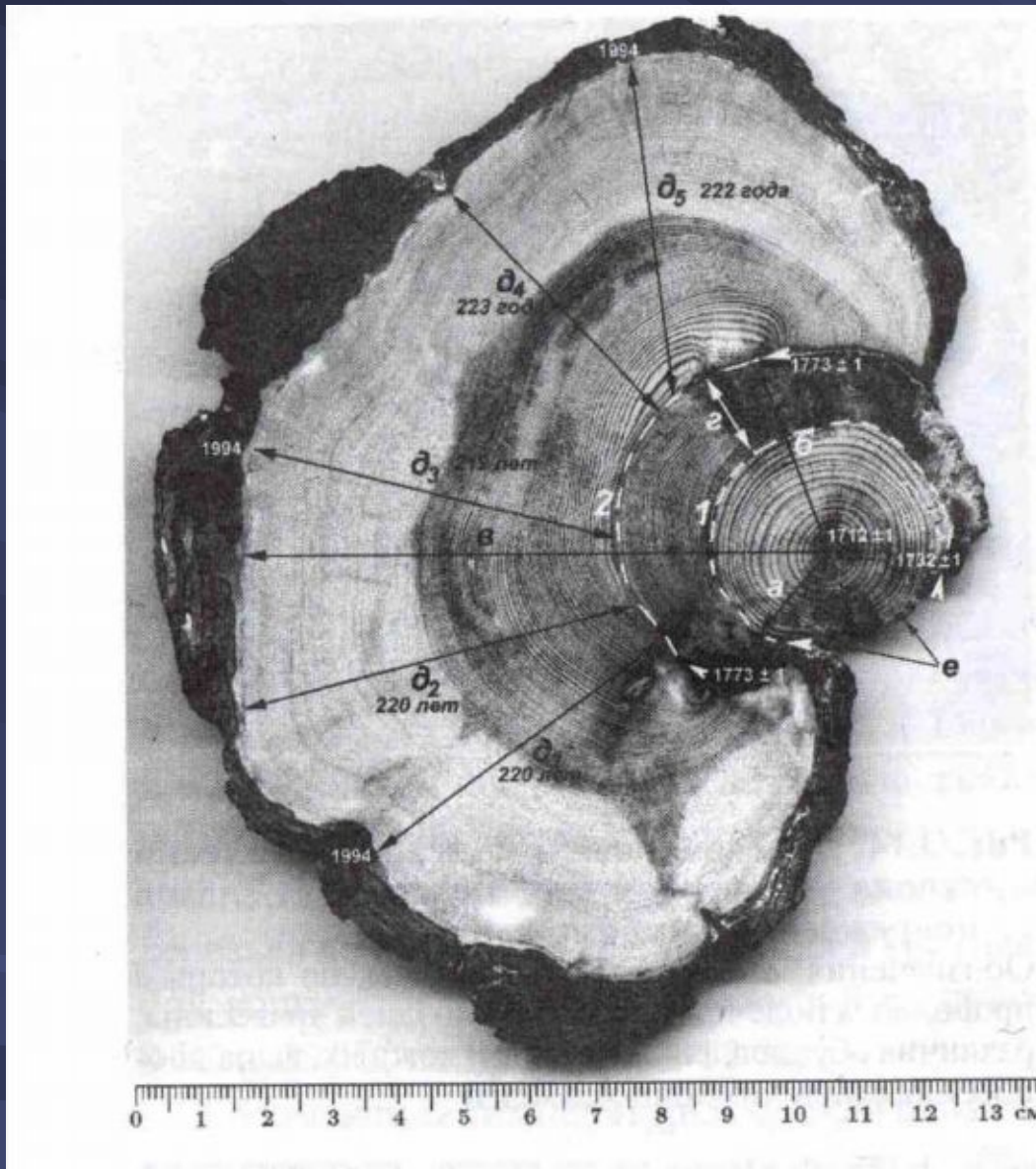
Обозначения: д.л — древесинный луч, к.п — крестовидная пора, лф — либриформ, о.п — окаймленная пора, п.п — простая пора в клетке луча, пф — простая перфорация, с — сосуд, сп.с — спирально-пористый сосуд, с.т — спиральная трахеида, с.у — спиральные утолщения, т.п — тяжевая древесинная паренхима, щ.п — щелевидная пора



Строение стебля сосны: А, Б – схематическое изображение строения – однолетнего и многолетнего стеблей; В – сектор поперечного среза трехлетнего стебля (по В.Н.Вехову и др., 1980): 1 – эпидермис; 2 – чешуя корки; 3 – перидерма; 4 – паренхима первичной коры; 5 – смоляные ходы; 6 – первичная флоэма, 7 – луб; 8 – камбий; 9 – древесина; 10 – годовичные кольца древесины; 11 – сердцевина; 12 – первичная ксилема; 13 – сердцевинные лучи; 14, 15 – весенняя и летняя древесина; 16 – перимедуллярная зона сердцевины

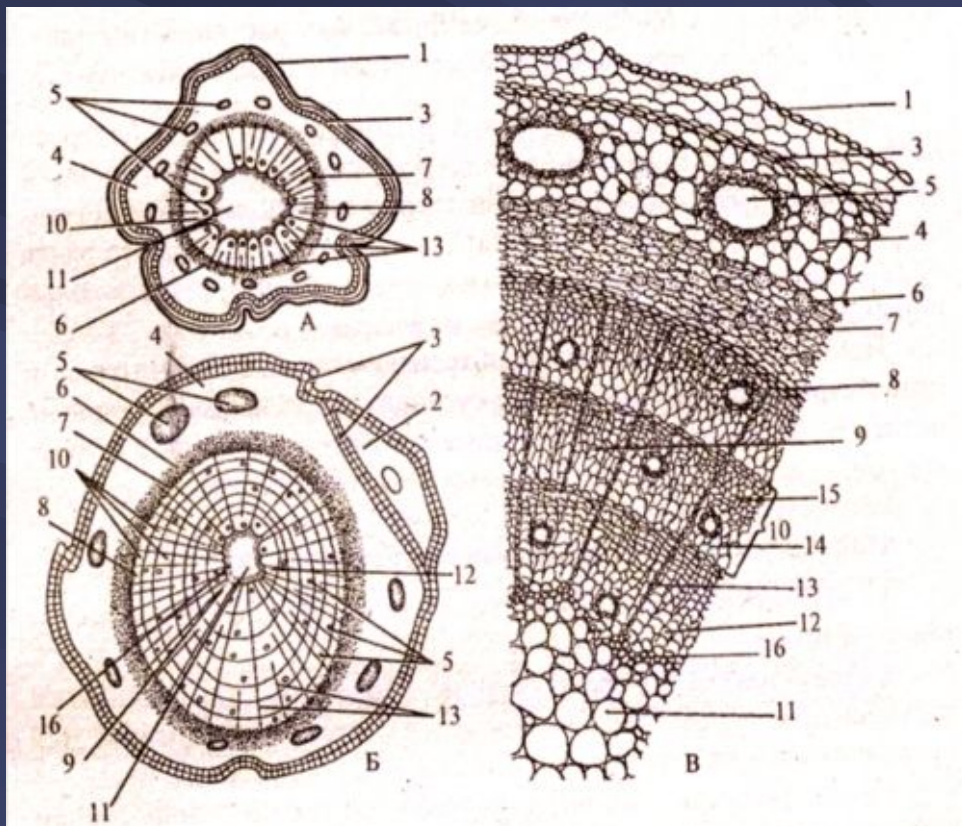
- Осевая система – входят клетки древесинной паренхимы, трахеи, трахеиды, сердцевинные лучи состоят из живых паренхимных клеток.
- Лучевая система – состоит из сердцевинных лучей, образованных паренхимными клетками. Сердцевинные лучи осевые и лучевые взаимосвязаны.

Слои прироста.



Древесина голосеменных

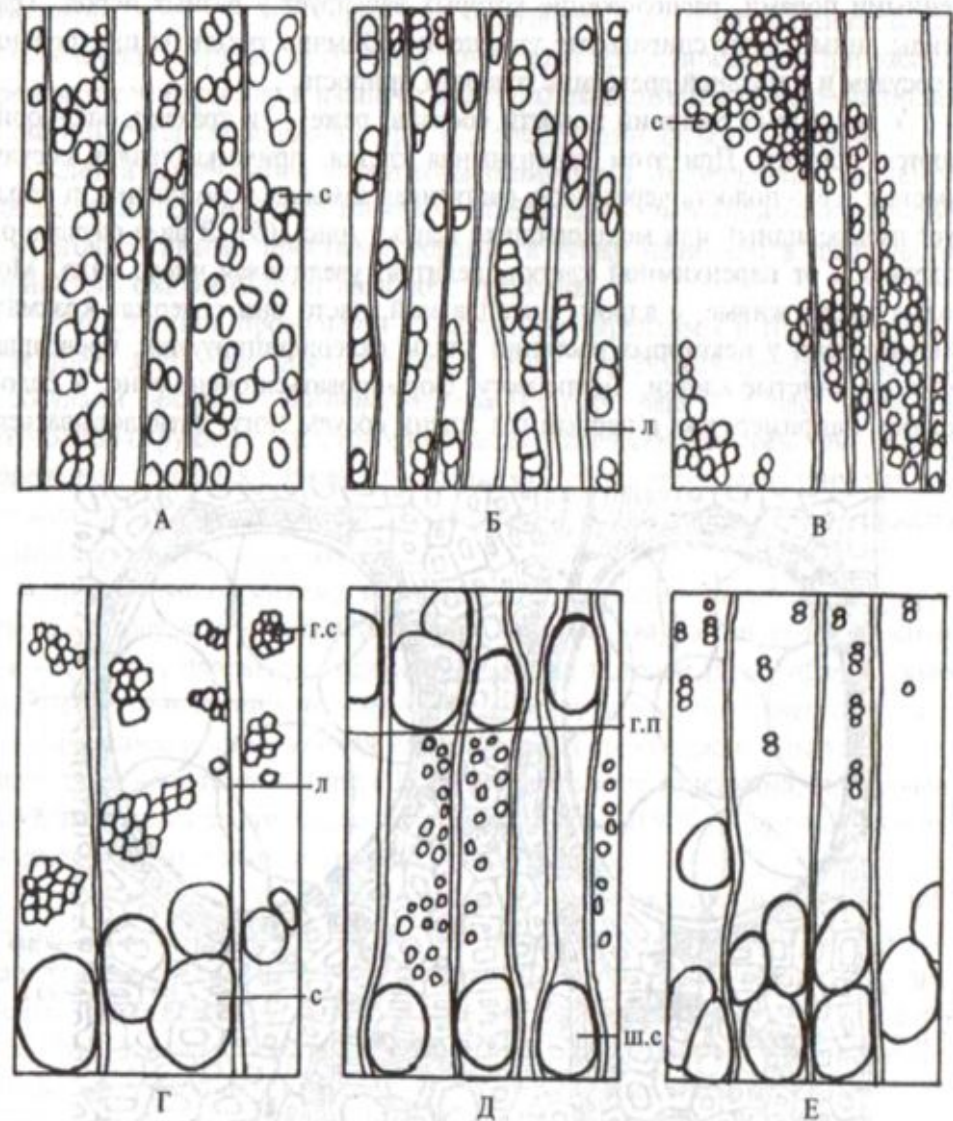
- Имеет более простую структуру и является однородной. Древесина состоит только из трахеид, сосудов нет, древесинной и лучевой паренхимы немного. Осевая система состоит в основном из трахеид, т.е. характерна гомоксильность. Трахеиды современных голосеменных растений соединены друг с другом округлыми или овальными окаймленными порами.
- Лучевая система состоит либо только из паренхимных клеток или присутствуют трахеиды. Лучевые трахеиды имеют одревесневшие вторичные оболочки. В древесине голосеменных много смоляных ходов.



Строение стебля сосны: А, Б – схематическое изображение строения – однолетнего и многолетнего стеблей; В – сектор поперечного среза трехлетнего стебля (по В.Н.Вехову и др., 1980): 1 – эпидермис; 2 – чешуя корки; 3 – перидерма; 4 – паренхима первичной коры; 5 – смоляные ходы; 6 – первичная флоэма, 7 – луб; 8 – камбий; 9 – древесина; 10 – годовичные кольца древесины; 11 – сердцевина; 12 – первичная ксилема; 13 – сердцевинные лучи; 14, 15 – весенняя и летняя древесина; 16 – перимедуллярная зона сердцевины

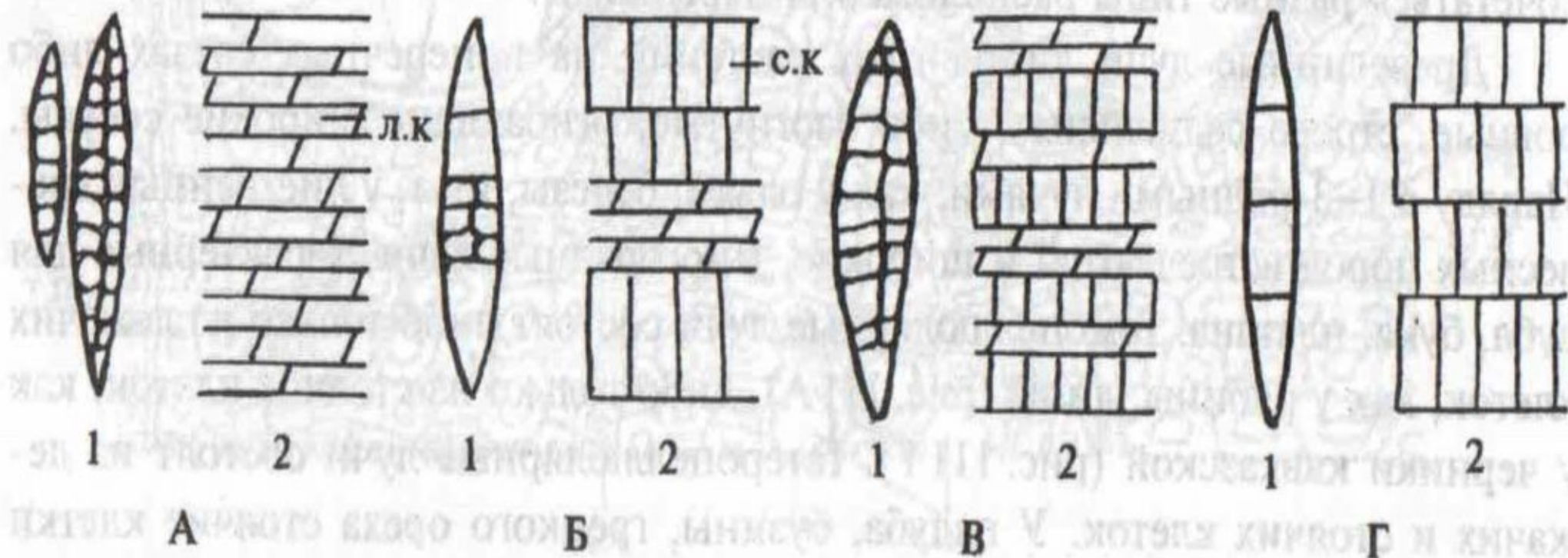
Древесина покрытосеменных.

- Древесина имеет сложное строение. Существует два типа распределения сосудов во вторичной КС и выделяют два типа древесины:
 1. Рассеяно-сосудистая – сосуды имеют одинаковый диаметр и равномерно распределены по годичному приросту (береза, ива, клен, тропические растения);
 2. Кольце-сосудистая – сосуды неодинакового диаметра, широко просветные сосуды сосредоточены в ранней древесине. Сосуды с большими просветами располагаются в виде кольца (каштан, дуб, вяз, ильм).



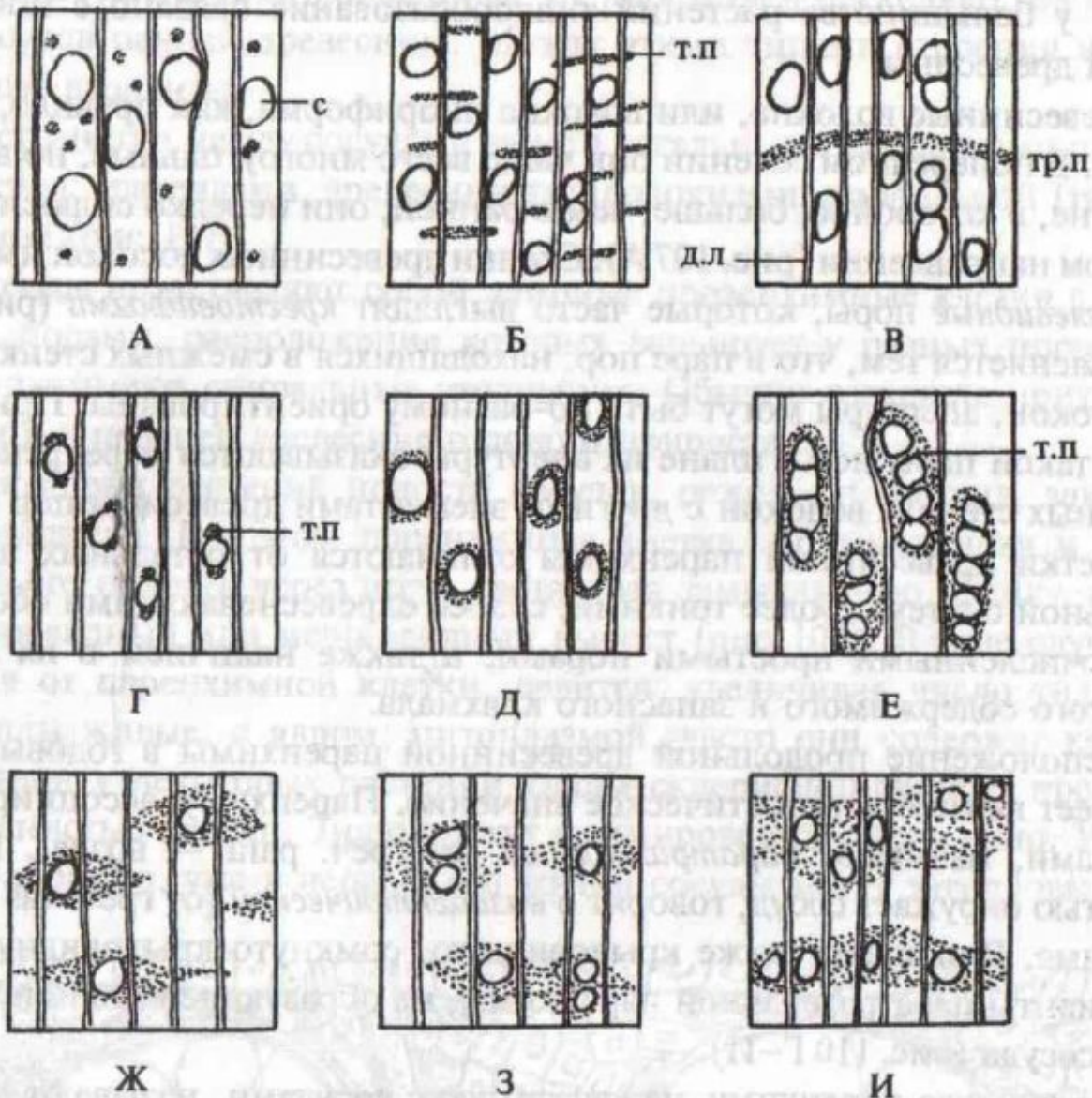
Расположение сосудов в годовых приростах рассеянососудистой (А–В) и кольцесосудистой (Г–Е) древесины: А — груша; Б — береза; В — крушина; Г — вяз; Д — дуб; Е — ясень.
Обозначения: г.п — граница годового прироста древесины, г.с — группы сосудов поздней древесины, л — лучи, с — сосуды, ш.с — широкопросветный сосуд ранней древесины

Характер сердцевинных лучей.

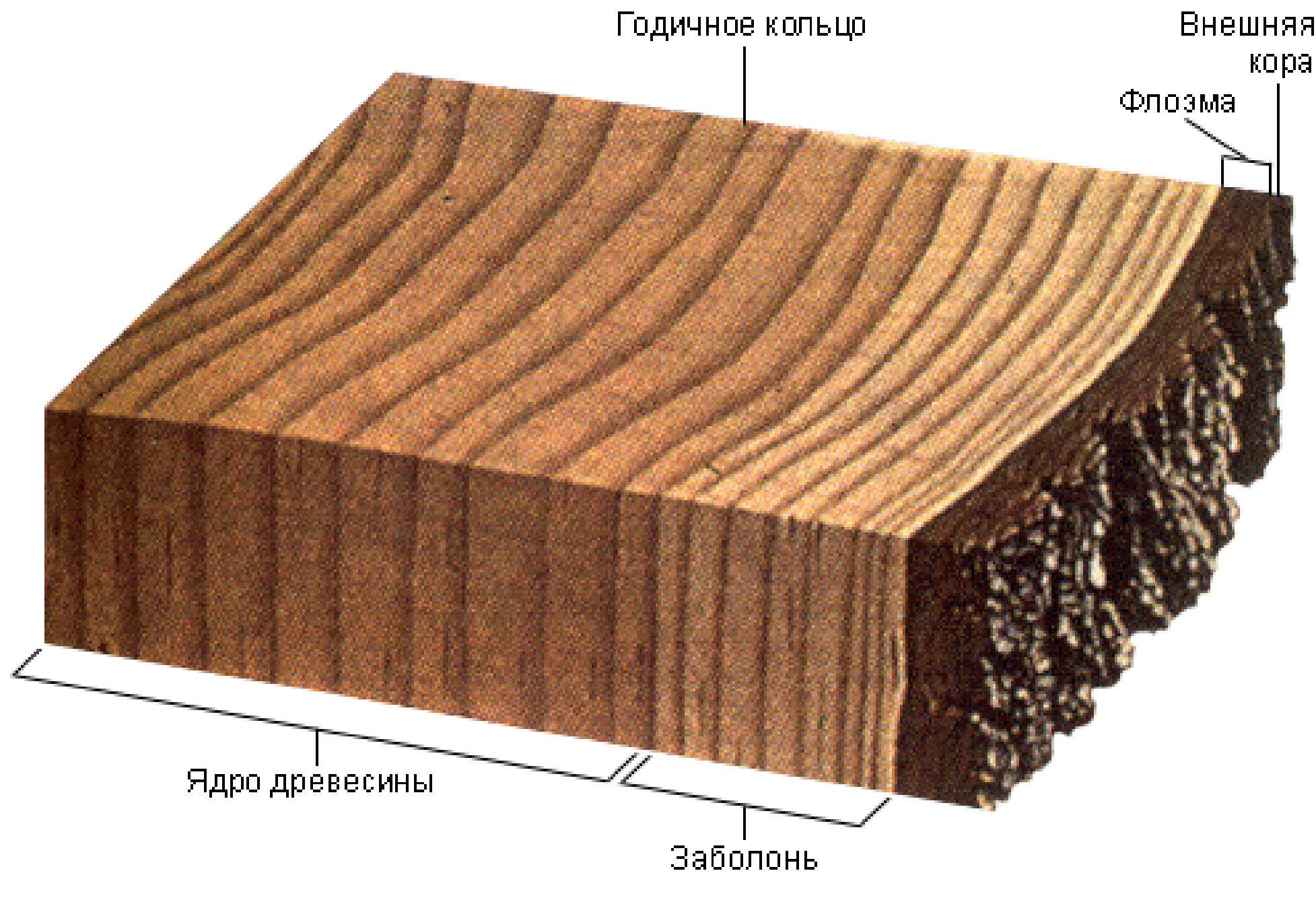


Схемы строения древесинных лучей лиственных древесных растений: 1 — лучи на тангентальных срезах, 2 — лучи на радиальных срезах; А — гомоцеллюлярный луч; Б–В — гетероцеллюлярные лучи; Г — гомоцеллюлярно–палисадный луч. Обозначения: л.к — лежащие клетки, с.к — стоячие клетки

ПАРЕНХИМА

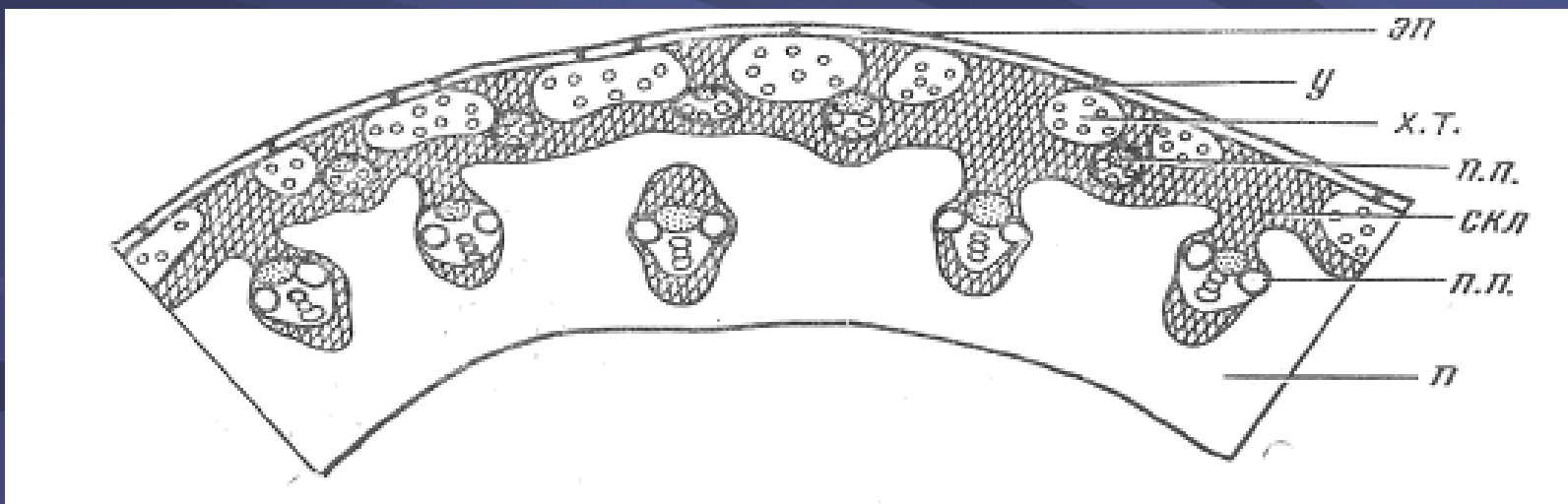


Схемы расположения клеток тяжелой паренхимы в древесине лиственных древесных пород: А–В — апотрахеальная паренхима: А — диффузная; Б — метатрахеальная; В — терминальная; Г–И — паратрахеальная паренхима: Д–Е — варианты вазоцентрической паренхимы; Ж — крыловидная паренхима; З, И — варианты сомкнутокрыловидной паренхимы.
 Обозначения: д.л. — древесинный луч, с — сосуд, т.п. — тяжелая (продольная) паренхима, тр.п. — терминальная паренхима



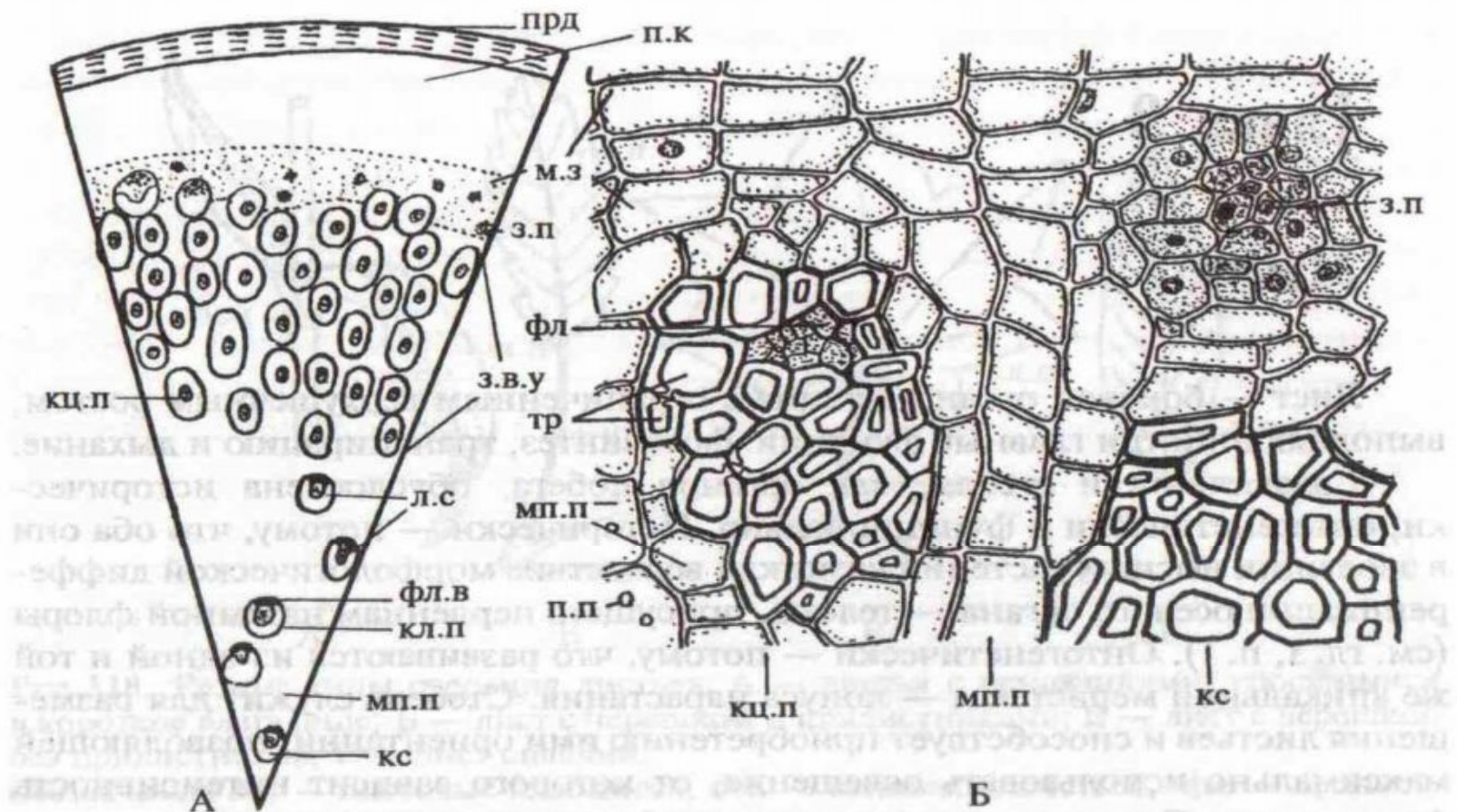
Заболонь и ядро

- Однодольные имеют закрытые сосудисто-волокнистые пучки, что ограничивает меристематическую деятельность, а отсюда и рост. Камбиальное кольцо у однодольных никогда не возникает. Стебли как и корни, имеют только первичное строение. Различают два типа стебля: древесный и травянистый. Травянистые стебли бывают полые (у злаков) и с сердцевинной.
- Под эпидермой располагается три слоя:
 - а) хлорофиллоносная паренхима под эпидермой сразу
 - б) склеренхима с одревесневшими стенками расположена к центру под хлорофиллоносной паренхимой
 - в) сердцевина.



эп. – эпидермис; **у** – устьица; **х.т.** – хлорофиллоносная ткань;
скл. – склеренхима; **п.п.** – проводящие пучки; **п.** – паренхима

Древесный стебель однодольных растений



Строение стебля драцены: А — поперечный срез стебля; Б — фрагмент зоны вторичного утолщения.

Обозначения: з.в.у — зона вторичного утолщения, з.п — закладывающийся проводящий пучок, кл.п — коллатеральный проводящий пучок, кс — ксилема, кц.п — концентрический амфивазальный пучок, л.с — пучки листовых следов, м.з — меристематическая зона, мп.п — межпучковая паренхима, п.к — первичная кора, п.п. — простые поры, прд — перидерма, тр — трахеиды, фл — флоэма, фл.в — флоэмные волокна