Голосеменные

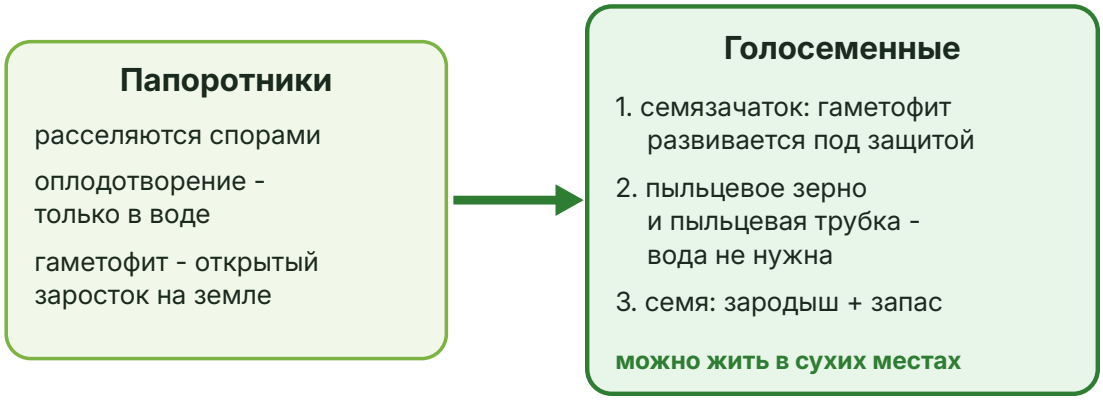
Кодификатор ЕГЭ: 3.1, 4.1, 6.4 · Линии ЕГЭ: 5, 6, 9-11, 24, 26 · kursteam.ru/teoriya/botanika/golosemennye

КОРОТКО

- Голосеменные - первые семенные растения: семязачатки лежат открыто (голо) на чешуях шишек, плодов нет.
- Главные ароморфозы - семязачаток, пыльцевое зерно с пыльцевой трубкой и семя: оплодотворение перестало зависеть от воды.
- Мужской гаметофит - пыльцевое зерно, женский - эндосперм (n) с архегониями; эндосперм голосеменных гаплоидный.
- Опыление - ветром; пыльцевая трубка доставляет к яйцеклетке неподвижные спермии.
- Почти все голосеменные - деревья и кустарники (хвойные: сосна, ель, лиственница); трав среди них нет.

Голосеменные - первая группа **семенных** растений: вместо спор расселяется семя, а оплодотворение больше не зависит от воды. Самый многочисленный класс - **Хвойные** (сосна, ель, лиственница, кедр, пихта, можжевельник).

Ароморфозы голосеменных

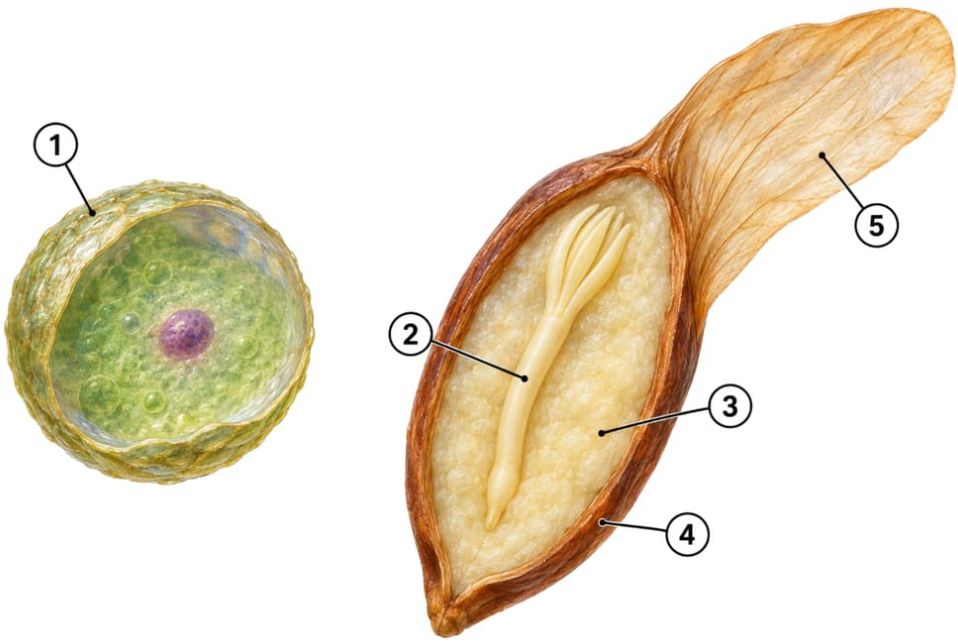


Что нового появилось у голосеменных по сравнению с папоротниками.

1. **Семязачаток** - в нём под защитой покровов развивается женский гаметофит (эндосперм, n).
2. **Пыльцевое зерно** - мужской гаметофит; оно прорастает **пыльцевой трубкой**, которая доставляет спермии к яйцеклетке. Поэтому для оплодотворения **не нужна капельно-жидкая вода**.
3. **Семя** - содержит дифференцированный зародыш и запас питательных веществ (эндосперм): у семени гораздо больше шансов выжить, чем у одноклеточной споры.
4. В древесине представлены все виды тканей (хорошо развита проводящая система).
5. Появление **хвои** - листьев, приспособленных к жизни на суше в холодном и сухом климате.
6. **Шишка** - видоизменённый побег для семенного размножения.

Спора и семя - в чём выигрыш

	Спора	Семя
Размножение	бесполое	половое
Строение	одна клетка (n)	многоклеточный орган: зародыш, эндосперм, кожура
Запас веществ	почти нет	есть (эндосперм)
Вероятность выживания	низкая	высокая
Оплодотворение	нужна вода	не зависит от воды



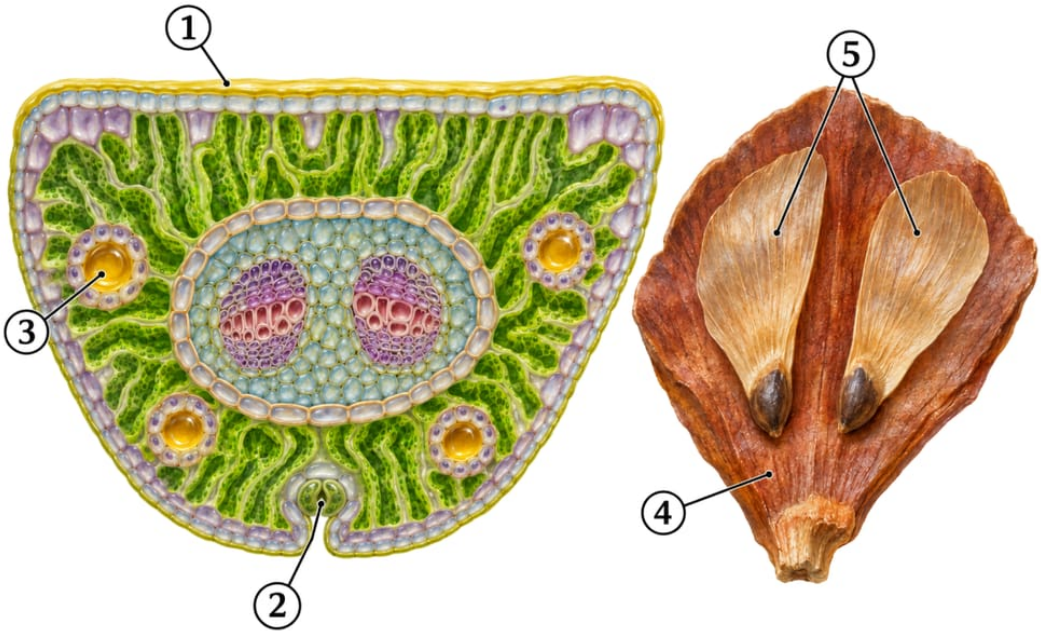
1 - Спора
2 - Зародыш
3 - Эндосперм
4 - Семенная кожура
5 - Крылышко семени

Спора - одна клетка, семя - многоклеточный орган с запасом веществ.

Признаки голосеменных

- Жизненные формы - **деревья и кустарники**, трав нет; стебель древеснеет, хорошо развита древесина.
- Листья игловидные (**хвоя**) или чешуевидные. У хвои приспособления к экономии воды: толстая **кутикула**, устьица погружены в ткань листа - поэтому хвойные испаряют мало воды и большинство не сбрасывает хвою на зиму.
- Выделяют **смолу** (заживляет раны, задерживает паразитов) и **фитонциды** - летучие бактерицидные вещества.
- **Шишка - видоизменённый побег**: ось с чешуями. Плодов нет: семязачатки и семена лежат **открыто** на чешуях женских шишек.
- В жизненном цикле резко преобладает **спорофит (2n)**; гаметофиты сильно редуцированы: мужской - **пыльцевое зерно**, женский - **эндосперм (n) с двумя архегониями**. Антеридиев у голосеменных уже нет.

- Опыление - **ветром**; оплодотворение - **без воды**, спермии доставляет пыльцевая трубка.



1 - Толстая кутикула
2 - Погружённые устьица
3 - Смоляной ход
4 - Семенная чешуя
5 - Семена с крылышками

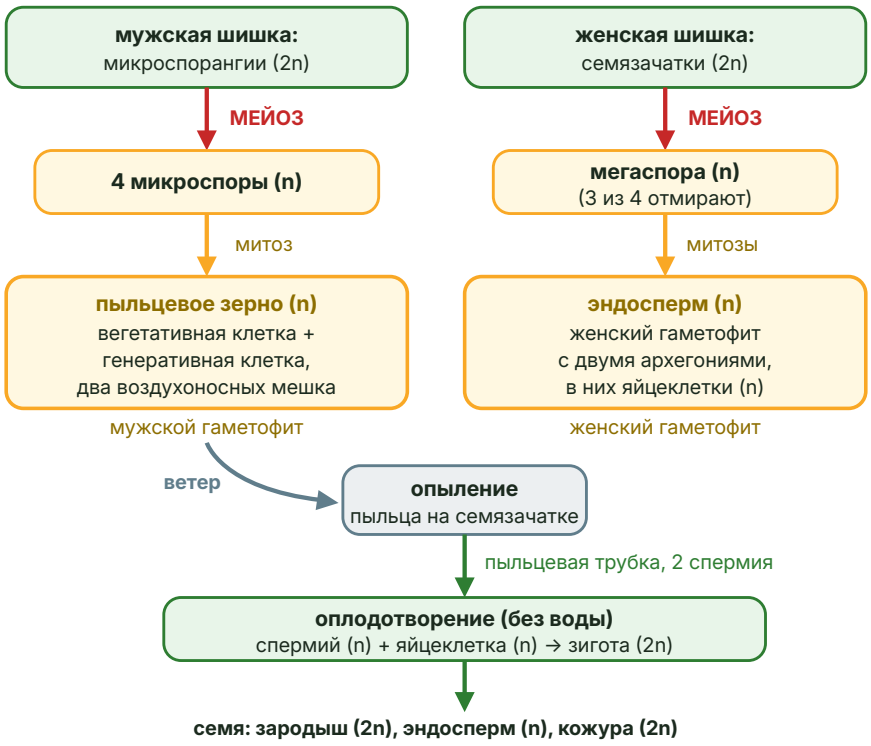
Хвоя экономит воду, семена лежат на чешуе открыто.

Жизненный цикл сосны

Сосна - **однодомное** растение: мужские и женские шишки на одном дереве. **Женские** шишки красноватые, сидят поодиночке на верхушках молодых побегов; **мужские** - жёлтые, собраны группами у основания побегов.



Ветка сосны: женская шишка на верхушке молодого побега, мужские - группой у его основания, ниже - зрелая шишка с семенами.



Цикл сосны: пыльцевое зерно - мужской гаметофит, эндосперм с архегониями - женский.

1. **В мужских шишках** (в микроспорангиях) из материнских клеток (2n) **мейозом** образуются **микроспоры (n)**. Микроспора делится **митозом** - получается **пыльцевое зерно**: вегетативная и генеративная клетки (n) под двумя оболочками с **двумя воздухоносными мешками** для переноса ветром.

2. **В женских шишках** на чешуях лежат **семязачатки**. В семязачатке из материнской клетки (2n) **мейозом** образуются 4 **мегаспоры (n)**, три отмирают. Из оставшейся мегаспоры митозами вырастает **эндосперм (n)** - женский гаметофит с **двумя архегониями**, в каждом - яйцеклетка (n).
3. **Опыление**: ветер приносит пыльцу на семязачаток; чешуи шишки смыкаются и склеиваются смолой.
4. **Оплодотворение** (у сосны - примерно через 12 месяцев после опыления): вегетативная клетка прорастает в **пыльцевую трубку**, генеративная делится и даёт **два спермия (n)**. Один спермий сливается с яйцеклеткой - образуется **зигота (2n)**, второй спермий и вторая яйцеклетка погибают.
5. Из зиготы развивается **зародыш** (корешок, стебелёк, почечка, семядоли - все 2n), из покровов семязачатка - **семенная кожура (2n)**. Получается **семя**, которое лежит открыто на чешуе шишки. Семена сосны созревают примерно через полтора года после опыления и разносятся ветром - у них есть крылышко.

ЗАПОМНИ

Эндосперм голосеменных **гаплоидный (n)** - это сам женский гаметофит, он образуется **до** оплодотворения. У цветковых эндосперм триплоидный (3n) и образуется **после** двойного оплодотворения. Двойного оплодотворения у голосеменных **нет**.

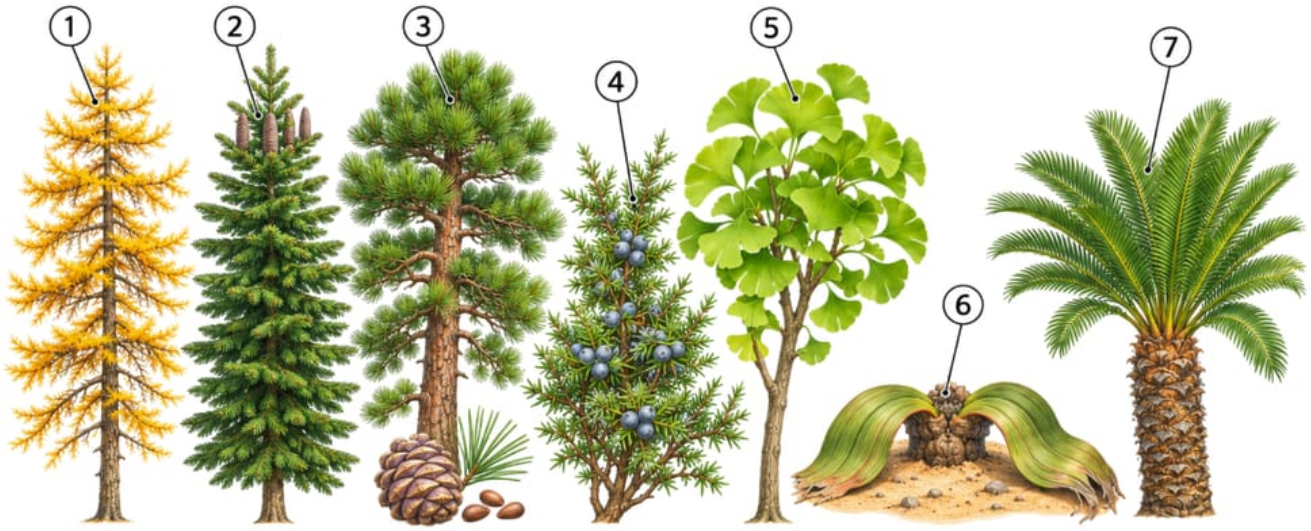
Чередование поколений и типы жизненных циклов

В заданиях 5-6 цикл сосны сравнивают с другими типами циклов:

- **У большинства животных** диплоидны все клетки, кроме гамет; гаметы образуются **мейозом**, мейоз происходит при гаметогенезе.
- **У хламидомонады и многих водорослей** взрослый организм гаплоиден; единственная диплоидная стадия - **зигота**, и мейозом делится именно она.
- **У высших растений** чередуются спорофит (2n) и гаметофит (n): **споры образуются мейозом, гаметы - митозом**. От мхов к цветковым спорофит усиливается, а гаметофит редуцируется: у сосны это пыльцевое зерно и эндосперм с архегониями, которые живут на спорофите.

Многообразие голосеменных

- **Хвойные** - основной класс: сосна, ель, лиственница (сбрасывает хвою на зиму), пихта, кедровая сосна («кедровый орешек» - не орех и не плод, а семя), можжевельник (его «ягода» - мягкая шишка).
- **Гинкговые**: гинкго двулопастный - **реликт** (сохранившаяся древняя форма), листья используют в фармацевтике.
- **Саговниковые**: саговник поникающий, похожи на пальмы.
- **Эфедровые (гнетовые)**: эфедра (хвойник); вельвичия удивительная - реликт и **эндемик** пустыни Намиб (растёт только там).

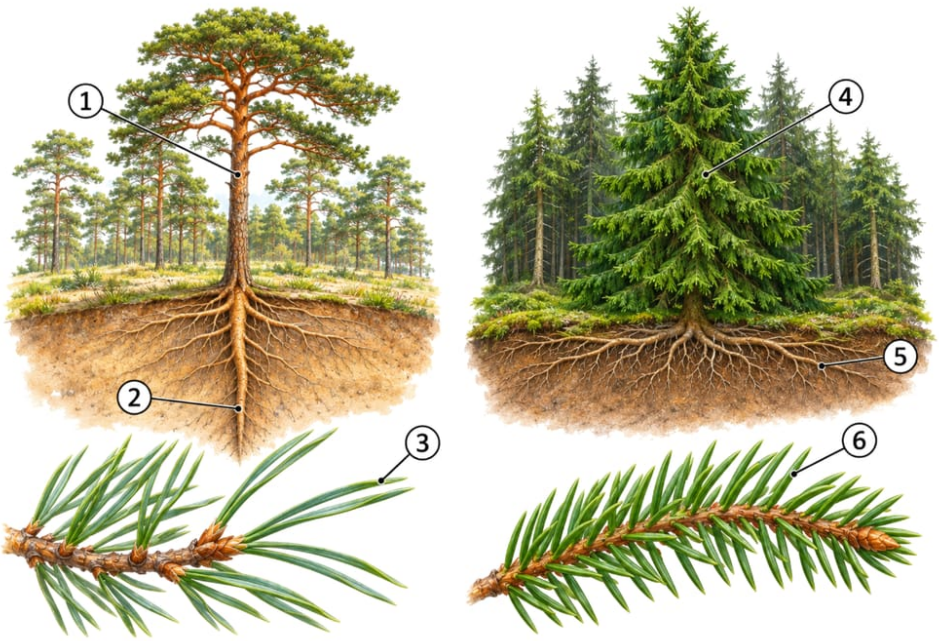


1 - Лиственница
2 - Пихта
3 - Кедровая сосна
4 - Можжевельник
5 - Гинкго
6 - Вельвичия
7 - Саговник

Многообразие голосеменных.

Сосна и ель

	Сосна	**Ель**
Отношение к свету	светолюбива	теневынослива
Почва	неприхотлива (пески, скалы)	требует влажную, богатую
Корневая система	главный корень развит, уходит глубоко	поверхностная, главный корень развит слабо
Крона	округлая, начинается высоко	конусовидная, от самой земли
Хвоинки	по 2 на укороченном побеге, длинные	одиночные, короткие



1 - Сосна
2 - Глубокий главный корень сосны
3 - Хвоинки сосны по две
4 - Ель
5 - Поверхностные корни ели
6 - Одиночные хвоинки ели

Сосна светолюбива и глубоко укореняется, ель теневынослива с поверхностными корнями.

Значение голосеменных

- Образуют **хвойные леса** (тайгу) - среда обитания животных, источник кислорода.
- **Древесина** - строительный материал, сырьё для бумаги; из смолы (живицы) получают скипидар и канифоль.
- Семена кедровой сосны съедобны; фитонциды оздоравливают воздух, поэтому санатории часто строят в сосновых борах.
- Голосеменные каменноугольного и пермского периодов участвовали в образовании ископаемых топлив; из смолы древних хвойных образовался **янтарь**.



1 - Тайга
2 - Древесина и бумага
3 - Живица
4 - Кедровые орешки
5 - Янтарь с застывшим насекомым - смола древних хвойных

Значение голосеменных.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линии 5-6 - схема жизненного цикла.** Нужно узнавать на схеме спорофит, гаметофит, споры, гаметы, зиготу и указывать, где мейоз, а где митоз. Помни три типа циклов: у животных мейоз при образовании гамет, у хламидомонады мейозом делится зигота, у растений мейозом образуются споры.
- **Линия 9 - рисунок.** «Какой буквой обозначены спорангии со спорами», «на каком рисунке голосеменное». Узнавай сосну и ель по хвое и шишкам.
- **Линия 10 - соответствие** «характеристика → папоротники или хвойные»: корневище и заросток - папоротники; хвоя, смоляные ходы, семена - хвойные; вода для оплодотворения - папоротники.
- **Линия 11 - три из шести**: чем голосеменные отличаются от папоротников (семязачатки, оплодотворение без воды, деревья и кустарники), что верно о цикле сосны (пыльцевая трубка, микроспоры в мужских шишках, оба типа шишек на одном растении).
- **Линии 24 и 26** - найти ошибки в тексте о голосеменных (им часто приписывают плоды, травы или зависимость оплодотворения от воды), объяснить преимущества семени перед спорой.

Ключевые слова: семязачаток, шишка, пыльцевое зерно, вегетативная и генеративная клетки, пыльцевая трубка, спермии, эндосперм (n), архегонии, воздухоносные мешки, хвоя, смола, фитонциды.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

У голосеменных нет плодов. Плод образуется из завязи пестика, а у голосеменных нет ни цветка, ни пестика. Семена лежат открыто на чешуях шишки; «кедровый орешек» - семя, а шишка - видоизменённый побег, а не плод.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Эндосперм голосеменных - n, цветковых - 3n. Эндосперм сосны - женский гаметофит, он есть ещё до оплодотворения. Не путай с триплоидным эндоспермом покрытосеменных.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Двойного оплодотворения у голосеменных нет. Второй спермий просто погибает, как и вторая яйцеклетка.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Спермии сосны неподвижны. Их доставляет пыльцевая трубка, поэтому вода для оплодотворения не нужна. Сперматозоиды (со жгутиками) - у мхов и папоротников.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Опыление - ветром, а не насекомыми. У сосны нет ни нектара, ни яркого околоцветника; пыльца лёгкая, с воздухоносными мешками. «Привлечение опылителей ароматом смолы» - неверное утверждение.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Среди голосеменных нет трав. Только деревья, кустарники и древесные лианы.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Пыльцевое зерно - это гаметофит, а не гамета. Гаметы (спермии) образуются внутри него из генеративной клетки.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Какие наборы хромосом у пыльцевого зерна, эндосперма и зародыша семени сосны? Из чего они образуются?

1. Пыльцевое зерно гаплоидно (n): образуется митозом из микроспоры (n) - мужской гаметофит.
2. Эндосперм гаплоиден (n): развивается митозом из мегаспоры (n) - женский гаметофит.
3. Зародыш диплоиден (2n): развивается из зиготы, которая образовалась при слиянии спермия (n) и яйцеклетки (n).

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему голосеменные смогли расселиться в засушливых местах, а папоротники - нет?

1. У голосеменных оплодотворение не зависит от воды: неподвижные спермии доставляет к яйцеклетке пыльцевая трубка.
2. Женский гаметофит развивается внутри семязачатка под защитой покровов, а не в виде открытого заростка, который высыхает.
3. Расселение идёт семенами: зародыш защищён кожурой и обеспечен запасом питательных веществ эндосперма.
4. Хвоя испаряет мало воды: толстая кутикула, погружённые устьица.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Найдите ошибки в тексте: «Сосна - двудомное растение. Пыльцу переносят насекомые. После оплодотворения из семязачатка образуется плод с семенами»

1. Сосна - однодомное растение: мужские и женские шишки находятся на одном дереве.
2. Пыльцу переносит ветер: пыльца лёгкая, с воздухоносными мешками, цветков и нектара у сосны нет.
3. Из семязачатка образуется семя, а не плод: плодов у голосеменных не бывает, семя лежит открыто на чешуе шишки.

Проверь себя

1. Почему голосеменные так называются?

Ответ: Их семязачатки (затем семена) лежат открыто на чешуях шишек - они не защищены завязью, плодов нет.

2. Какой набор хромосом у эндосперма сосны и почему?

Ответ: Гаплоидный (n): эндосперм голосеменных - это женский гаметофит, который развивается из мегаспоры до оплодотворения.

3. Чем оплодотворение голосеменных отличается от оплодотворения папоротников?

Ответ: Вода не нужна: неподвижные спермии доставляет к яйцеклетке пыльцевая трубка, выросшая из вегетативной клетки пыльцевого зерна.

4. Где у сосны образуются микроспоры и мегаспоры?

Ответ: Микроспоры - мейозом в мужских шишках (в микроспорангиях), мегаспоры - мейозом в семязачатках женских шишек.

5. Из чего состоит семя сосны?

Ответ: Зародыш (2n) - из зиготы, эндосперм (n) - из женского гаметофита, семенная кожура (2n) - из покровов семязачатка.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/botanika/golosemennye

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.