

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» "

Кафедра экологии, ботаники и охраны природы

Л.М. Кавеленова, Н.В. Прохорова

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Самара
Издательство «Самарский университет»
2007

УДК 581.162
ББК 28.532
К 12

Рецензент д-р биол. наук С.А. Сачков

Кавеленова Л.М.

К 12 **Жизненные циклы высших растений:** учеб. пособие / Л.М. Кавеленова, Н.В. Прохорова; Федер. агентство по образованию.- Самара: Издательство «Самарский университет», 2007. - 36 с.

Учебное пособие содержит схемы жизненных циклов высших растений различных систематических групп, а также необходимые теоретические пояснения для изучения данного графического материала.

Предназначено для студентов-биологов очно-заочного (вечернего) отделения, изучающих раздел ботаники «Систематика высших растений», а также может быть использовано при работе с учащимися старших классов биологического профиля в школах, лицеях, колледжах.

© Кавеленова Л.М.,
Прохорова Н.В., 2007
© Самарский государственный
университет, 2007
© Оформление. Издательство
«Самарский университет», 2007

ВВЕДЕНИЕ

Изучение биологических особенностей высших растений и понимание эволюционных связей между ними требуют прочных знаний о жизненных циклах (смене бесполого и полового поколений) у растений различных таксономических групп. Поэтому составители данного учебного пособия определили свою цель в разъяснении студентам сути чередования поколений в жизненном цикле растений, основных связанных с ним понятий и ведущих эволюционных тенденций.

Пособие не является практикумом в точном смысле этого слова, но может быть использовано на лабораторных занятиях по ботанике. Также мы предназначаем его для самостоятельной работы студентов при изучении курса систематики высших растений, при подготовке к промежуточной и итоговой аттестации по этой дисциплине.

Представленные в пособии графические материалы были заимствованы из иностранной учебной литературы (Stern, 1994), их перевод на русский язык и уточнение терминов выполнены авторами-составителями.

СООТНОШЕНИЕ ГАМЕТОФИТА И СПОРОФИТА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Рассматриваемая проблема связана с понятием жизненного цикла у растений. Под жизненным циклом понимают совокупность всех фаз развития, пройдя которые, обычно, начиная с зиготы, растительный организм достигает зрелости и становится способным дать начало следующему поколению.

Жизненный цикл высших растений состоит из двух фаз (или поколений) - бесполой, или спорофазы (спорофита), и половой, или гаметофазы (гаметофита). Схема такого цикла показана на рис. 1. Мы видим, что у растений возможно два способа размножения - половой (с помощью гамет) и бесполой (с помощью спор), соответственно этим способам называют сами поколения.

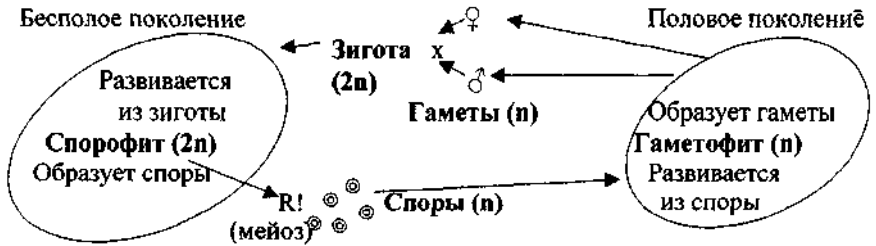


Рис. 1. Схема чередования поколений в жизненном цикле высших растений

Как половая, так и бесполоя формы размножения имеют определенные биологические преимущества. **При половом размножении** достигается комбинация наследственного материала родительских форм. Образующаяся при половом воспроизведении особь генетически не тождественна ни одному из своих родителей. Половой процесс обеспечивает рекомбинативную генетическую изменчивость организмов из поколения в поколение, поэтому половое размножение дает виду преимущества, реализующиеся при естественном отборе. **При бесполом размножении** наследственные особенности передаются без изменений и могут легко закрепляться в ряду поколений, при этом как бы «тиражируется» наследственный материал родительской особи и возможен быстрый рост численности. Однако чаще всего у растений осуществляется именно чередование полового и бесполого поколений.

Гаметофит и спорофит могут быть одинаковыми как морфологически, так и по продолжительности жизни (**изоморфное чередование поколений**) или резко различны (**гетероморфное чередование**). У водорослей

встречаются обе формы, для **высших растений** характерно **гетероморфное чередование поколений**. Оба поколения развиваются либо независимо как самостоятельные особи, либо одно поколение не образует самостоятельного растения, а «поселяется» на другом. Например, у мхов спорофит развивается на зеленом гаметофите, а у семенных растений очень сильно редуцированный бесхлорофилльный гаметофит никогда не покидает спорофита, находясь по существу в сформированных спорофитом органах.

У всех высших растений, кроме мохообразных, в жизненном цикле преобладает спорофит, гаметофит развит слабее и относительно недолговечен.

В жизненном цикле мохообразных преобладает гаметофит - небольшое (от 0,5 до 50 см), преимущественно листостебельное растение, которое осуществляет функции фотосинтеза, водоснабжения и минерального питания. Для полового размножения мхов необходима вода, иначе сперматозоиды не смогут подплыть к архегониям. Кроме того, только в достаточно влажной среде у них вскрываются антеридии и высвобождаются сперматозоиды, поэтому большинство моховидных обитают во влажных затененных местах.

Спорофит у мохообразных развивается из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) внутри женского полового органа (архегония) и постоянно связан с гаметофитом не только морфологически, но и физиологически (питание), т.е. низведен до степени органа растения, выполняющего функцию спорообразования. У листостебельных мхов спорофит имеет вид коробочки со спорами, «вырастающей» в верхней части гаметофита. Считается, что развитие жизненного цикла моховидных по пути возрастания самостоятельности гаметофита и морфологического упрощения (с потерей самостоятельности) спорофита привело к эволюционному тупику.

В эволюции остальных высших растений происходит постепенная редукция (уменьшение и упрощение) гаметофита и преобладание в жизненном цикле спорофита. Среди причин, которые обусловили преобладание спорофита, можно назвать его диплоидность. Она по сравнению с гаплоидностью обеспечивает более высокий уровень синтетических процессов, а, с другой стороны, рецессивные мутации, снижающие жизнеспособность организма, при диплоидном состоянии не проявляются в фенотипе, то есть генотипически диплоидный организм можно считать более «стабильным».

Спорофиты большинства отделов высших растений (плауновидных, хвощевидных, папоротниковидных, голосеменных и покрытосеменных)

представляют собой крупные многоклеточные организмы со сложным анатомическим строением и расчленением тела на органы - стебли, листья, корни (настоящие или придаточные). Когда мы представляем себе растение хвоща, папоротника, любое цветковое растение, мы обычно подразумеваем его спорофит. На спорофитах образуются органы спороношения - спорангии. У высших растений спорангий - многоклеточный орган, имеющий одно- или многослойную стенку. Внутри многоклеточного спорангия формируется образовательная ткань - археспорий, из которого в результате мейоза (редукционного деления) образуются гаплоидные споры (спорогенез). Из спор при прорастании возникает гаплоидный организм - гаметофит, не идентичный диплоидному материнскому организму (спорофиту).

У части высших растений (мхи, хвощи, некоторые плауны и папоротники) все споры одинаковы по размерам и физиологическим особенностям. Это равноспоровые организмы. Из их спор возникают обоеполюе гаметофиты. У других высших растений споры различаются по размерам и физиологическим особенностям (микроспоры и мегаспоры), - это разноспоровые организмы.

Более мелкие и обычно более многочисленные микроспоры образуются в микроспорангиях, более крупные и малочисленные мегаспоры - в мегаспорангиях. Микроспоры, прорастая, дают начало однополюму мужскому гаметофиту, на котором возникают мужские половые органы - антеридии. Мегаспоры при прорастании образуют женский гаметофит, несущий женские половые органы - архегонии. Разноспоровость встречается у некоторых плауновидных и папоротников, у всех голосеменных и покрытосеменных.

Гаметофит у плауновидных, хвощевидных и папоротниковидных представлен заростком - маленьким (от нескольких мм до 3 см), не расчлененным на органы растеньицем, живущим несколько недель (у плаунов - несколько лет) независимо от спорофита. На заростках в мужских половых органах (антеридиях) развиваются мужские половые клетки - сперматозоиды, которые, плавая в каплях воды, достигают женских половых органов (архегониев) и сливаются с яйцеклеткой. Гаметофиты могут быть однодомными, когда они формируют сразу и антеридий, и архегонии, либо однодомными (с половыми органами лишь одного типа). Благодаря крошечным размерам гаметофитов процесс оплодотворения у хвощей, плаунов и папоротников может происходить даже при ничтожно малых количествах воды в виде капель росы, тумана и др. Обычно при обоеполюе гаметофите сперматозоиды и яйцеклетки созревают одновременно, что снижает вероятность самооплодотворения.

У голо- и покрытосеменных растений гаметофит полностью утратил свою самостоятельность, и все его развитие протекает на спорофите внутри макроспорангия (или нуцеллуса семязпочки).

У голосеменных женский гаметофит - многоклеточный гаплоидный эндосперм с двумя (у сосны) или несколькими (у других голосеменных) архегониями. Женский гаметофит покрытосеменных редуцирован обычно до семи клеток, архегониев не имеет и называется зародышевым мешком (по числу входящих в его состав ядер - восьмиядерным зародышевым мешком). Мужской гаметофит и голосеменных, и цветковых растений развивается из микроспоры и представляет собой пыльцевое зерно, прорастающее в пыльцевую трубку с образованием двух спермиев.

Растения способны вырабатывать разные по величине и подвижности гаметы, в зависимости от этого различают **несколько типов полового процесса**. В простейшем случае у некоторых одноклеточных водорослей, лишенных твердой оболочки, сливаются целые одноклеточные организмы, выступающие одновременно и в роли гамет, и в роли гаметангиев (**хологамия**). Обе клетки внешне одинаковы. Иногда гаметы, образующиеся в гаметангиях, также бывают одинаковы по форме и размерам. Попарное их слияние основано лишь на физиологическом различии, а половой процесс такого типа называется **изогамией (изогамным)**, он отмечен у некоторых водорослей и низших грибов. Если подвижные гаметы различаются по размерам, то слияние таких гамет называется **гетерогамией (гетерогамным половым процессом)**. У некоторых грибов (оомицеты), водорослей, всех высших растений половой процесс называется **оогамией (оогамным)**. Женская гамета (яйцеклетка) при оогамии неподвижна, имеет крупные размеры и большой запас питательных веществ. Мужская гамета (сперматозоид) - маленькая, подвижная, состоит из крупного ядра и небольшого количества цитоплазмы. Неподвижная яйцеклетка формируется в оогонии (у водорослей и грибов), или в архегонии (высшие растения, кроме цветковых). Оогонии обычно состоят из одной клетки, реже (харовые водоросли) многоклеточные. Архегонии - женский половой орган мхов, плаунов, хвощей, папоротников, голосеменных. Это всегда многоклеточное образование, представляющее собой небольшое колбообразное тельце, состоящее из нижней расширенной части, называемой брюшком, и верхней удлинённой - шейки. Снаружи архегонии окружен бесплодными клетками, защищающими его от высыхания. В брюшке архегония возникает неподвижная женская гамета - яйцеклетка. Сперматозоиды у споровых растений образуются в гаметангиях, называемых антеридиями. В самом общем виде антеридии представляют собой небольшие овальные тельца, внешняя стенка

которых состоит из одного, реже нескольких слоев стерильных клеток. В антеридиях формируются подвижные мужские гаметы - сперматозоиды (двужгутиковые или многожгутиковые), которые выходят из созревшего антеридия наружу и активно передвигаются в водной среде. Они могут достичь яйцеклетки только в присутствии капельно-жидкой воды. Наличие ее - обязательное условие для осуществления полового процесса у всех групп споровых растений. При созревании яйцеклетки брюшная и шейковые канальцевые клетки расплываются в слизь и архегоний вскрывается на верхушке. По каналу шейки, заполненному слизью, сперматозоиды проникают в брюшко, и один из них сливается с яйцеклеткой, происходит оплодотворение, в результате которого образуется диплоидная зигота (2n). Из диплоидной зиготы вырастает поколение диплоидного спорофита, способного к бесполому размножению с образованием гаплоидных спор. Споры дают начало гаплоидному гаметофитному поколению (n).

У семенных растений, в отличие от высших споровых, приспособление к наземному образу жизни выразилось в полной независимости полового размножения от наличия капельно-жидкой среды. Их мужские гаметы представляют собой спермин, которые достигают яйцеклетки, перемещаясь внутри быстро растущей пыльцевой трубки.

Помимо типичного полового процесса, в котором обязательно участвуют две гаметы, существует особый тип полового процесса, при котором зародыш развивается из неоплодотворенной яйцеклетки. Это явление у растений известно под названием апомиксиса. Он широко встречается у многих цветковых растений (различные представители злаковых, розоцветных и сложноцветных), в том числе культурных (свекла, табак и др.).

Итак, в жизненном цикле высших растений чередование поколений связано со сменой ядерных фаз - гаплоидной и диплоидной. Эта смена происходит путем мейоза, осуществляющегося в процессе спорогенеза. Таким образом, диплоидный спорофит производит гаплоидные споры. Из них вырастает гаплоидный гаметофит, продуцирующий гаплоидные гаметы. При слиянии гамет диплоидное число хромосом восстанавливается в зиготе, из которой вновь вырастает диплоидный спорофит. В процессе эволюции у высших наземных растений, кроме мохообразных, закрепилось преобладание в жизненном цикле диплоидного спорофита, параллельно произошла редукция гаплоидного гаметофита, который у семенных растений превратился в группу клеток, формирующихся на спорофите.

В таблице представлено видовое разнообразие таксонов высших растений на территории России, а на схемах 1 -8, размещенных в середине пособия, и схеме 9 (с.31) - жизненные циклы представителей этих таксонов.

Таблица
Видовое разнообразие таксонов высших растений на территории России¹

Отделы, классы	Число видов в России
Отдел Мохообразные (Bryophyta)	1554
Класс Антоцеротовые (Anthocerotopsida)	6
Класс Печеночники (Marchantiopsida)	396
Подкласс Маршанциевые (Marchantiidae)	50
Подкласс Юнгерманиевые (Jungermanniidae)	346
Класс Листостебельные мхи (Bryopsida)	1152
Подкласс Андреевые (Andreaeidae)	8
Подкласс Сфагновые (Sphagniiidae)	43
Подкласс Бриевые (Bryidae)	1101
Отдел Плаунообразные (Lycopodiophyta)	25
Класс Плауновые (Lycopodiopsida)	14
Класс Полушниковые (Isoetopsida)	И
Отдел Хвощеобразные (Equisetophyta)	15
Отдел Папоротникообразные (Polypodiophyta)	242
Класс Ужовниковые (Ophioglossopsida)	13
Класс Полиподиопсиды (Polypodiopsida)	229
Отдел Голосеменные (Pinophyta)	56
Класс Гнетовые (Gnetopsida)	6
Класс Хвойные (Pinopsida)	50
Отдел Цветковые растения (Magnoliophyta)	21613
Класс Двудольные (Magnoliopsida, Dicotyledonae)	18240
Подкласс Магнолииды (Magnoliidae)	31
Подкласс Ранункулиды (Ranunculidae)	935
Подкласс Гамамелиды (Hamamelidae)	184
Подкласс Кариофиллиды (Caryophyllidae)	1780
Подкласс Диллеииды (Dilleniidae)	2400
Подкласс Розиды (Rosidae)	5557
Подкласс Астериды (Asteridae)	7353
Класс Однодольные (Liliopsida, Monocotyledonae)	3373
Подкласс Аλισматиды (Alismatidae)	109
Подкласс Лилииды (Liliidae)	3211
Подкласс Арециды (Arecidae)	53
Всего	23505

¹ Примечание. Показатели видового богатства таксонов даны по: Биоразнообразие Дальневосточного экорегионального комплекса / Бочарников В.Н., Мартыненко А.Б., Глушенко Ю.Н. [и др.]; под ред. П.Г. Горового. - Владивосток, 2004. - 292 с.

Отдел МОХООБРАЗНЫЕ - BRYOPHYTA

Общая численность отдела - от 25 до 27 тыс. видов. Включает 3 класса:
Печеночники - Hepaticopsida (Marchantiopsida), около 10 тыс. видов
Антоцеротовые - Anthocerotopsida, 300 видов
Листостебельные мхи - Bryopsida, около 15 тыс. видов

Спорофит

Место в жизненном цикле - не образует самостоятельного растения, развивается на гаметофите и главным образом за его счет.

Особенности структуры - коробочка различной формы (от шиловидной до округлой), может иметь ножку, переходящую в стопу (гаусторию), колонку, колечко, крышечку, колпачок (калиптра). Способы вскрытия - от растрескивания щелями до специальных приспособлений (перистом). Может, наряду со спорами, содержать стерильные клетки - элатеры, разрыхляющие споровую массу.

Размеры - от нескольких мм до 7-13 см (антоцеротовые).

Продолжительность жизни - развивается из зиготы в течение нескольких месяцев (до 2 лет).

Среда обитания - наземная, болотно-водная (на гаметофите).

Особенности спор - одноклеточные споры, равноспоровость у всех представителей отдела.

Условия и особенности прорастания спор - во влажной среде из споры развивается многоклеточная пластинчатая или нитчатая первичная протонема с несколькими почками. Из почек формируются гаметофиты, соединенные протонемой.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - свободноживущее самостоятельное растение; форма, в которой мохообразные встречаются в природе.

Особенности структуры - слоевище с ризоидами либо побег с множеством листовидных выростов и ризоидами. В их теле есть ассимиляционная ткань, слабо развитые проводящие элементы, слабо выраженные механическая, покровная и запасная ткани.

Размеры - от 1 см до 60-100 см длиной (водный мох *Fontinalis*, австралийская *Dawsonia superba*).

Продолжительность жизни - многолетние растения (изредка - однолетние, например, дикрановые, фунариевые, схистостега).

Среда обитания - в местах повышенного увлажнения в умеренных зонах северного и южного полушария, в тундре, в высокогорье тропиче-

ских областей: леса и другие наземные биотопы, болота. Есть вторично водные, отдельные виды - обитатели пещер. Мхи не встречаются в пустынях с сульфатным и хлоридным засолением.

Особенности гаметангиев и гамет - антеридии и архегонии на одной или разных особях. Гаметангии могут находиться на специализированных подставках или быть погруженными в ткань слоевища. Антеридии имеют вид продолговатых или округлых мешочков на ножке с однослойной оболочкой. Сперматозоиды двужгутиковые. Архегонии имеют колбообразную форму - с расширенным брюшком и удлинённой шейкой. В брюшке архегония развивается одна крупная яйцеклетка.

Условия полового процесса - обязательно наличие капельножидкой влаги. Зигота образуется внутри архегонии, из нее вырастает спорофит (спорогон).

Отдел ХВОЩЕОБРАЗНЫЕ - Equisetophyta

Общая численность отдела - 30 видов, в нашей флоре - 17 видов. Включает 3 класса, из которых 2 первых - вымершие:

Гнепневые - Hvenioptida

Клинолистовые - Sphenophylloptida¹

Хвощевые - Equisetopsida

Спорофит

Место в жизненном цикле - преобладает в жизненном цикле.

Особенности структуры - современные хвощи - небольшие корневишные сухопутные травянистые растения, ведущие в основном эпифитный образ жизни.

По функциональной морфологии хвощи делят на две группы. К первой группе относятся растения с однотипными надземными побегами (хвощ зимующий - *Equisetum hyemale*, хвощ речной - *E. fluviatile*). В этом случае надземные побеги жесткие вечнозеленые и развивают верхушечные стробилы. Ко второй группе принадлежат растения с двумя типами побегов. Первые - незеленые спороносные побеги появляются ранней весной и после спороношения часто отмирают. Вегетативные побеги развиваются позднее и выполняют фотосинтезирующую функцию.

Стебли членистые, ребристые. Междоузлия имеют центральную полость, а узлы заполнены паренхимной тканью. Стебли могут быть как про-

¹ В списке подчеркнуты классы, не имеющие живых представителей в современной флоре.

стыми, так и ветвистыми, ветвление моноподиальное. Листья мелкие, чешуевидные, редуцированные, буроватые, почти лишенные хлорофилла, распадающиеся в нижней части в трубчатое влагалище, защищающее узел.

Корневища у хвощей двух типов: горизонтальные и вертикальные. Первые более толстые, с более длинными междоузлиями, вторые - более тонкие и с более короткими междоузлиями.

Горизонтальные корневища отвечают за вегетативное размножение, а вертикальные являются видоизмененными основаниями надземных побегов, отходящих от горизонтальных корневищ. Корневища хвощей отвечают за вегетативное размножение, при этом старые участки корневища отмирают и первоначально единый материнский клон распадается на несколько производных.

Корни придаточные, двух типов. Корни первого типа обладают положительным геотропизмом, то есть растут вниз по направлению силы тяжести. Корни второго типа агеотропичные, более тонкие, волосовидные, располагаются мутовками в узлах корневищ.

Спориобласты верхушечные, состоят из щитовидных спорангиофоров, на внутренней стороне которых прикрепляются 4-6 мешковидных спорангиев.

Размеры - от нескольких см до 9 м (хвощ многощетинковый - *E. multisetum*), но более распространены размеры от 40 до 100 см.

Продолжительность жизни — многолетние растения с отмирающими на зиму надземными органами, реже - вечнозеленые.

Среда обитания - берега рек, болота, луга, леса, пашни; на всех континентах, кроме Австралии, в Африке 2 занесенных вида: на болотах, в лесах, на лугах, пашнях, по берегам рек, сорняки.

Особенности спор - одноклеточные споры с элатерами, равноспоровость у всех современных представителей отдела с сопутствующей физиологической разноспоровостью: споры прорастают в мужские или женские гаметофиты в зависимости от условий среды. Споры содержат хлоропласта и быстро погибают во внешней среде.

Условия и особенности прорастания спор - на влажной затененной почве.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - свободноживущий самостоятельный организм.

Особенности структуры. Гаметофит может быть трех типов: мужской, женский и обоеполюй. Мужской гаметофит представляет собой маленькую зеленую слоевищную пластинку от 1 до 10 мм, прикрепленную

ризоидами к почве. На нем развиваются антеридии, содержащие многожгутиковые сперматозоиды. Женский гаметофит крупнее (3-30 мм), он несет архегонии. В архегониях созревают яйцеклетки. У некоторых видов хвощей образуются обоеполые гаметофиты, причем как мужской, так и женский (чаще) гаметофит могут под воздействием внешних условий формировать и антеридии, и архегонии.

Размеры - мужские - от 1 до 10 мм, женские - от 3 до 30 мм.

Продолжительность жизни - в течение 1 вегетационного периода.

Среда обитания - почва.

Особенности гаметаангиев и гамет - антеридии и архегонии на разных или одном заростках, обычно располагаются между выростами слоевища. Сперматозоиды многожгутиковые.

Условия полового процесса - обязательно наличие капельножидкой влаги.

Отдел ПЛАУНООБРАЗНЫЕ - LYCOPODIOPHYTES

Общая численность отдела- 6-10 родов и около 1200 видов.

Включает 2 класса:

Плауновые - *Lycopodiopsida*

Полушниковые - *Isoetopsida*

Спорофит

Место в жизненном цикле - преобладает в жизненном цикле.

Особенности структуры - многолетние травянистые растения, обычно вечнозеленые, часто - эпифитные. Среди ископаемых были представлены и мощные древовидные формы. Характерны дихотомическое ветвление побегов (равная и неравная дихотомия) и спиральное расположение листьев энационного происхождения. Подземные части побегов - типичные корневища с придаточными корнями или особым ризофором со спирально расположенными придаточными корнями. Проводящая система стебля - гаплостель и плектостель. Спорофиллы собраны в верхушечные стробилы или чередуются с вегетативными листьями, образуя спороносные зоны на стебле.

Размеры - стебли прямостоячие, лежащие, стелющиеся (1-1,5 м) или ползучие (более 10 м) - у плаунов; от 0,1-1 м до 18-20 м - у селягинелл.

Продолжительность жизни - многолетние растения.

Среда обитания — в тропических и субтропических лесах, но также

в тундре, высокогорьях, в таежных лесах и лесах лесной зоны.

Особенности спор - одноклеточные споры, есть равноспоровые и разноспоровые растения, для последних характерны микроспоры и мегаспоры, листья с язычком (лигулой).

Условия и особенности прорастания спор - подземное или полуподземное во влажной среде.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - свободноживущий самостоятельный организм.

Особенности структуры - у равноспоровых подземное или полуподземное слоевище, мясистое, длиной от 2 до 20 мм, обоеполое, на основе микотрофности ведет сапрофитный или полусапрофитный образ жизни и созревает в течение 1-15 лет. У разноспоровых - гаметофиты однополые, без хлорофилла, микроскопические, развиваются в течение нескольких недель за счет питательных веществ споры в ее оболочке.

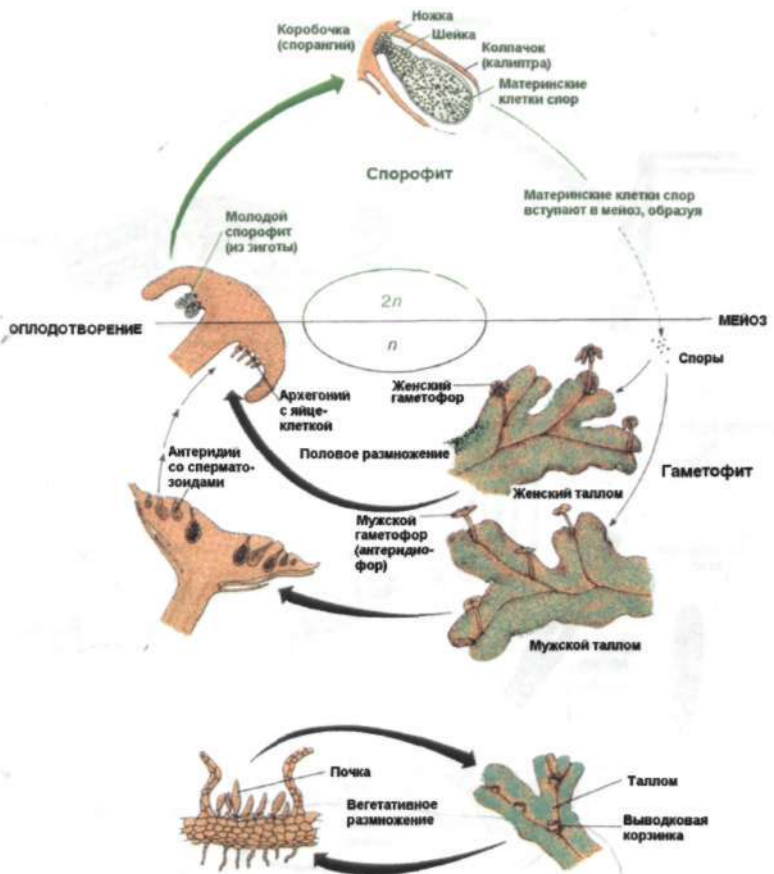
Размеры - от микроскопических до 2-20 мм длиной.

Продолжительность жизни - от нескольких недель до 1-15 лет.

Среда обитания - почва и подстилка лесов.

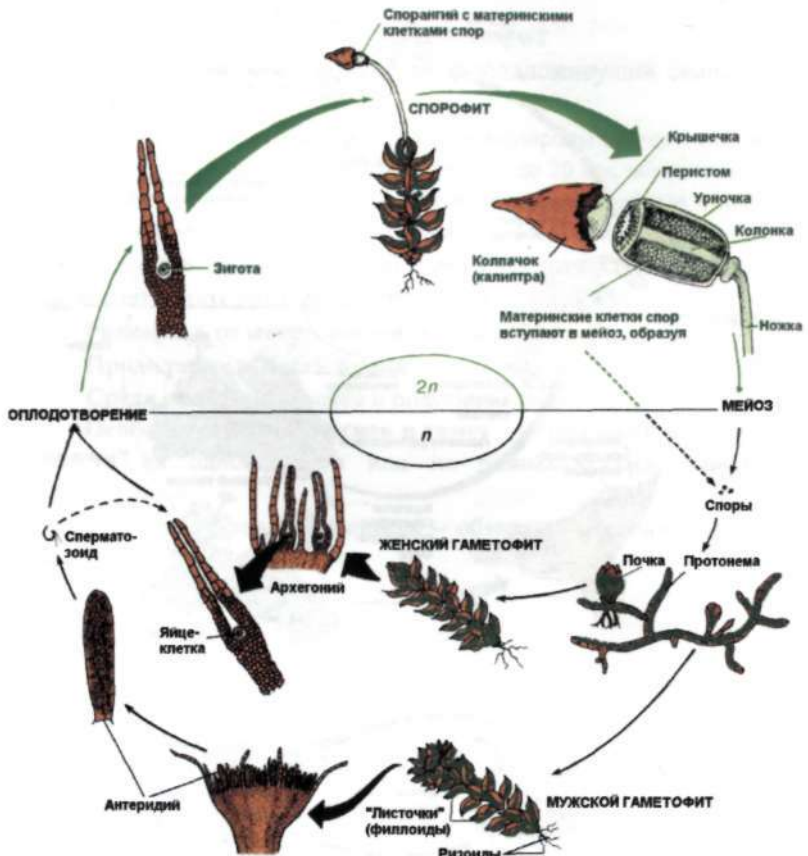
Особенности гаметаангиев и гамет - антеридии и архегонии располагаются на одной особи или на разных особях. Сперматозоиды двужгутиковые.

Условия полового процесса - обязательно наличие капельножидкой влаги.

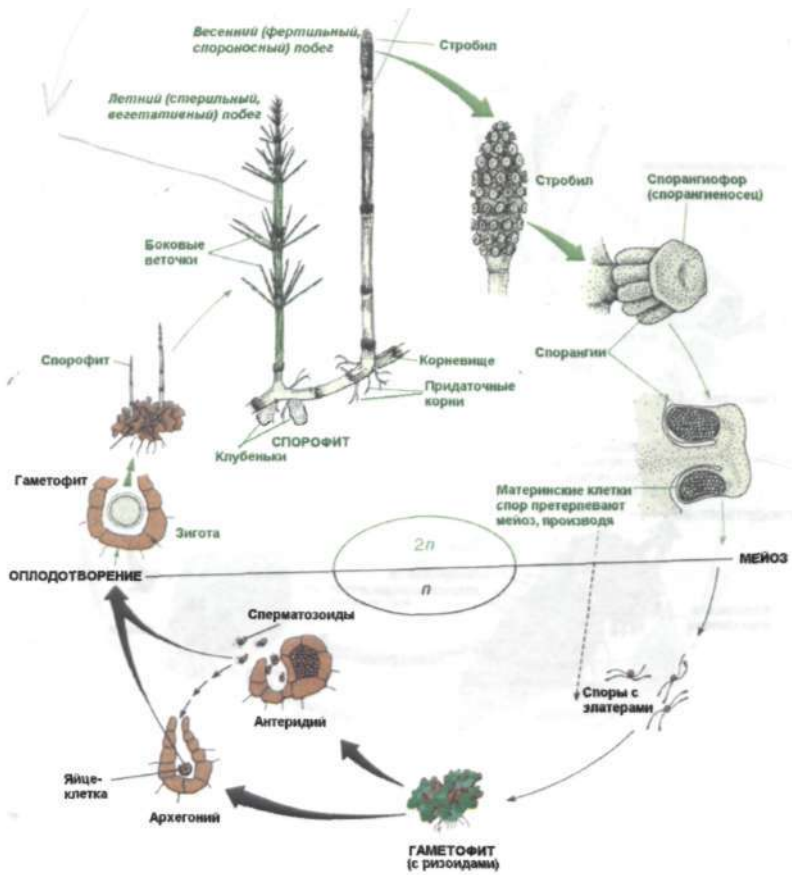


Жизненный цикл печеночников (маршанция)

Схема 2

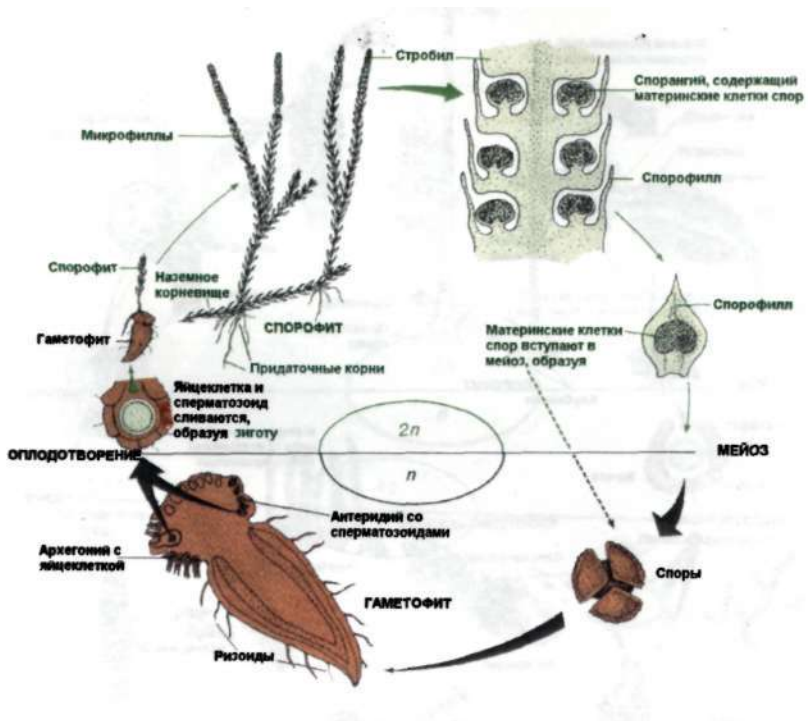


Жизненный цикл листостебельных мхов (кукушкин лен)

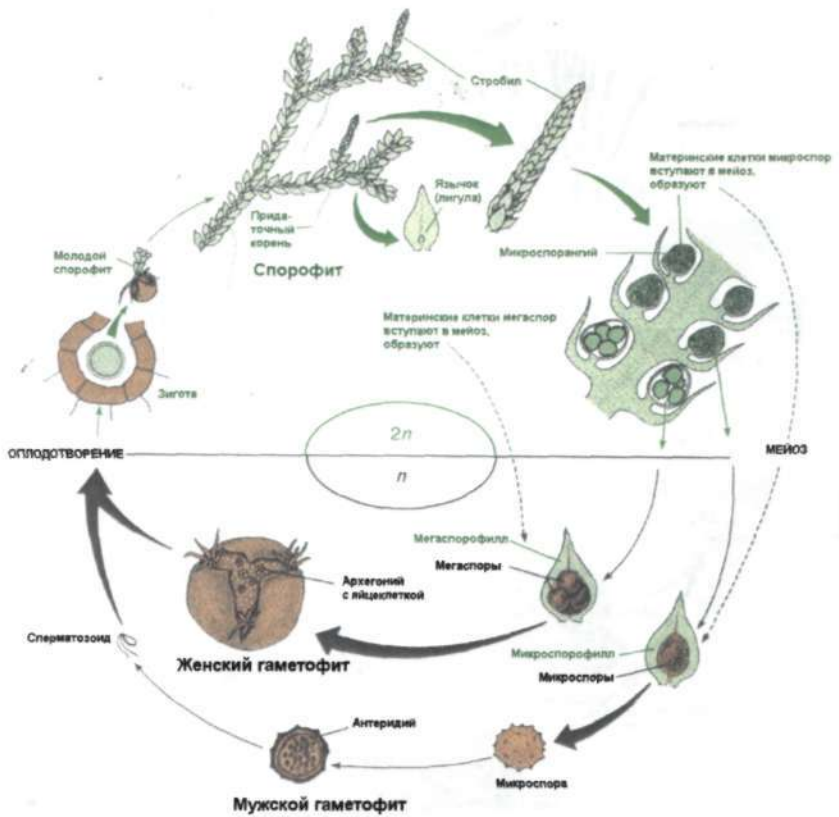


Жизненный цикл хвоща

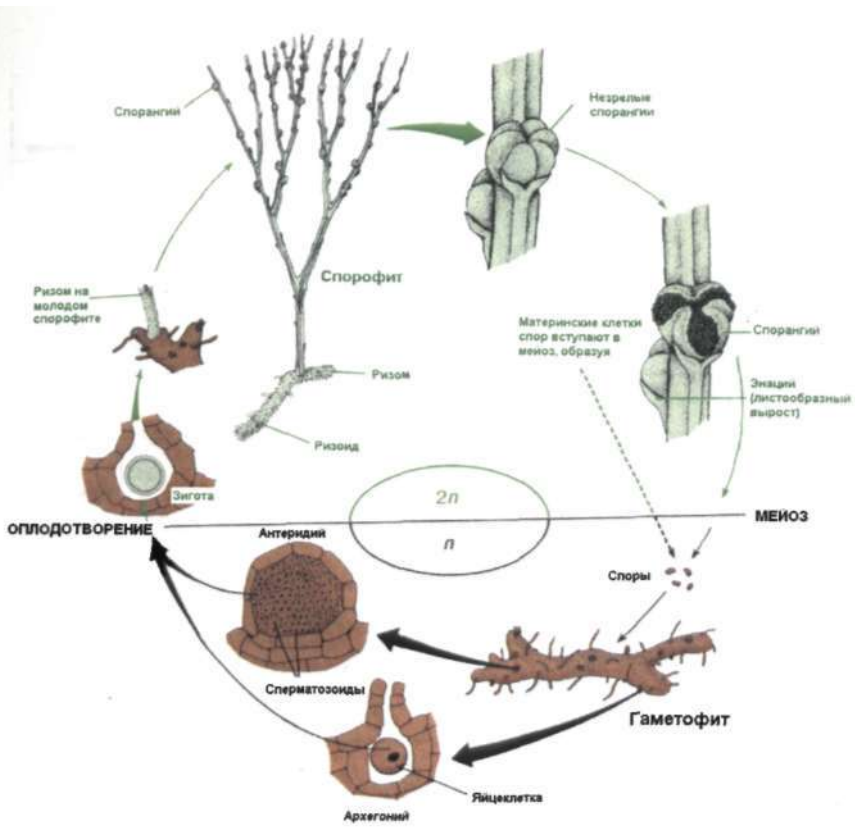
Схема 4



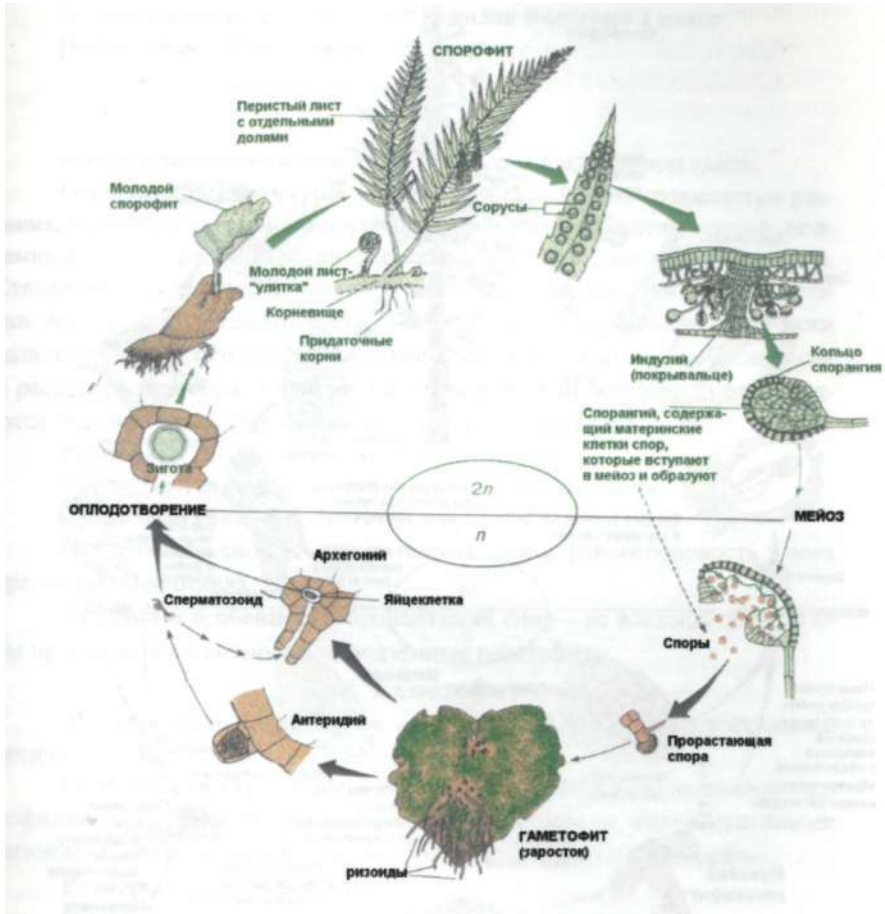
Жизненный цикл плауна



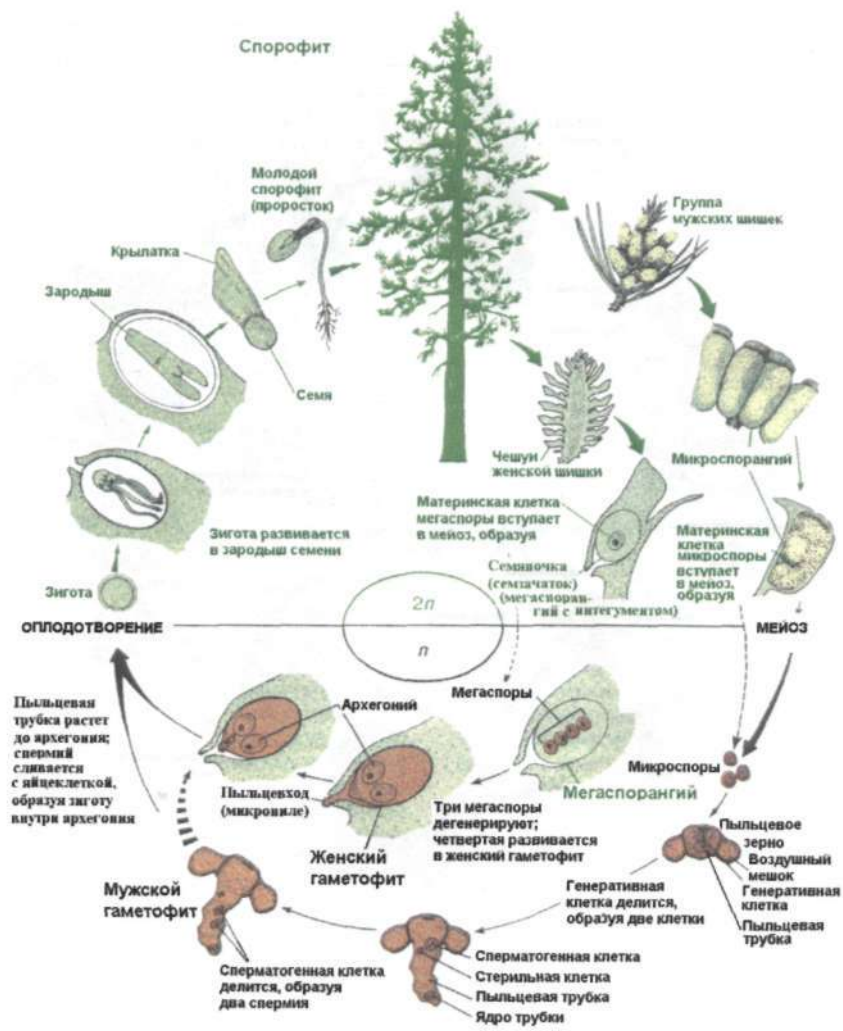
Жизненный цикл селлагинеллы



Жизненный цикл псилопта



Жизненный цикл папоротника



Жизненный цикл сосны

Отдел ПСИЛОТООБРАЗНЫЕ - PSILOTORNYTA

Общая численность отдела - от 12 видов Включает 1 класс:
Псилотовые - Psilotopsida, 12 видов

Спорофит

Место в жизненном цикле - преобладает в жизненном цикле.

Особенности структуры - небольшие сухопутные травянистые растения, ведущие в основном эпифитный образ жизни. Лишены корней, подземный орган представлен ризоидом с многочисленными ризоидами. Стебли актиностелические или сифоностелические, простые, дихотомически ветвящиеся (у тмезиптериса) или многократно равнодихотомически разветвленные (у псилота). Спорангии псилотовых сростаются в синангии и располагаются вблизи листьев на очень короткой веточке, то есть являются верхушечными (терминальными), как у риниофитов.

Размеры - 10-100 см.

Продолжительность жизни - многолетние растения.

Среда обитания - тропические и субтропические леса.

Особенности спор - одноклеточные споры, равноспоровость у всех представителей отдела.

Условия и особенности прорастания спор - во влажной среде споры прорастают в наземные или подземные гаметофиты.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - свободноживущий самостоятельный организм.

Особенности структуры - червеобразное слоевище, лишенное хлорофилла, однажды или дважды дихотомированное, с многочисленными ризоидами, часто подземное, питающееся сапрофитно и микотрофно.

Размеры - длиной до 18 мм.

Продолжительность жизни - многолетние растения.

Среда обитания: почва и подстилка тропических и субтропических лесов.

Особенности гаметангиев и гамет - антеридии и архегонии рассеяны по всему гаметофиту и располагаются на одной особи. Сперматозоиды многожгутиковые.

Условия полового процесса - обязательна капельножидкая влага. Зигота образуется внутри архегония, из нее вырастает спорофит.

Отдел ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ - ПТЕРИДОПHYТА (POLYPODIOPHUTA)

Общая численность отдела - 300 родов и около 12 тыс. видов. Включает 7 классов, первые 4 - вымершие:

Аневрофитопсиды - Aneurophytopsida

Археоптеридопсиды - Archaeopteridopsida

Кладоксиллопсиды - Cladoxvlopsida

Зигоптеридопсиды - Zygopteridopsida'

Ужовниковые - **Ophioglossopsida**

Мараттиевые - **Marattiopsida**

Многоножковые - **Polypodiopsida**

Спорофит

Место в жизненном цикле - преобладает в жизненном цикле.

Особенности структуры - спорофит папоротников представлен многолетними травянистыми, реже древовидными и лиановидными растениями с придаточными корнями². У ряда примитивных форм (ужовниковые) придаточные корни имеют тенденцию к мясистости. У водного папоротника салвинии (*Salvinia*) корни отсутствуют. Стебли часто представлены корневищем, прямостоячие стебли выражены в основном у древовидных папоротников (циатея - *Syathea*)

Для спорофитов характерно огромное разнообразие листьев, которые имеют теломное происхождение. Они нарастают верхушкой, у подавляющего большинства папоротников (кроме ужовниковых) улиткообразно закручены в молодом возрасте и разворачиваются по мере роста. Пластинка листа (вайи или плосковетки) имеет стержень - рахис, являющийся продолжением черешка. У большинства видов современных папоротников листья однажды-, дважды- или триждыперистые. У некоторых видов они могут быть цельными. Жилкование листа - от дихотомического у древних групп (схизейные, адриантовые) до сетчатого (современные виды). Строение устьичного аппарата разнообразно и имеет систематическое значение.

Листья папоротников могут совмещать функции фотосинтеза и спороношения либо разделяться на стерильные (трофофиллы) и фертильные (спорофиллы), которые резко различаются по форме и строению от вегетативных листьев (оноклея - *Onoclea sensibilis* и др.). У некоторых папоротников дифференциация на фертильную и стерильную части наблюдается в

¹ В списке подчеркнуты классы, не имеющие живых представителей в современной флоре.

² Главный корень не развивается и при развитии спорофита быстро отмирает.

пределах листовой пластинки (ужовниковые).

По способу формирования спорангиев папоротники могут быть **эуспорангиатными** (образуются из группы клеток листа, стенка спорангия многослойна) и **лептоспорангиатными** (образуются из одной поверхностной клетки листа, стенка спорангия однослойная). Последние – эволюционно более молодая группа. Расположение спорангиев может быть **верхушечное, краевое и поверхностное**¹. В процессе эволюции одиночные спорангии группируются в особые пучки – сорусы. В сорусе каждый спорангий имеет ножку, крепится к общему ложу – **плаценте**, сверху спорангии покрыты своеобразным защитным зонтиковидным покрывалом – индузиумом.

Выделяют три типа сорусов в зависимости от расположения и развития в них спорангиев: **простые, градатные, смешанные**². Защита спорангиев и сорусов может осуществляться поверхностью листа, волосками и чешуйками, завернутым краем листа (адиантум), кармашковидными выростами листа. Для вскрытия спорангиев и лучшего рассеивания спор у большинства папоротников есть особое приспособление – **кольцо**, форма и длина которого является систематическим признаком³.

¹ **Верхушечное** расположение было типично для древнейших ископаемых папоротников, у которых спорангии сидели на верхушках конечных веточек дихотомически разветвленного листа. **Краевое** расположение спорангия встречается у ряда современных примитивных групп папоротников – схизейных (спорангии одиночные) и гименофилловых (спорангии собраны в группы). **Поверхностное** расположение – свидетельство эволюционной продвинутости, спорангии переместились на нижнюю сторону листа, где они надежно защищены, получают больше питания, споры лучше рассеиваются.

² **Простые сорусы** – наиболее примитивный тип: развитие, созревание и вскрытие всех спорангиев происходит одновременно. В случае неблагоприятных условий риску подвергаются сразу все спорангии. Этот тип сорусов характерен для ископаемых и некоторых примитивных современных папоротников (ужовниковые, осмундовые, схизейные). **Градатые сорусы** характеризуются постепенным, базипетальным (от центра соруса и его верхушки – к периферии) развитием, в результате чего самые молодые спорангии оказываются более защищенными и расположенными ближе к источнику питания. Ложу градатых сорусов увеличено и приподнято. Такие сорусы наблюдаются у разноспоровых и равноспоровых папоротников из семейств гименофилловые, циатейные, аспленевые. **Смешанные сорусы** характеризуются наиболее совершенным способом развития и вскрывания спорангиев. В таких сорусах созревание спорангиев растягивается и происходит неодновременно: зрелые и молодые спорангии располагаются вперемежку, без всякого порядка. Ложу соруса плоское, но зрелые спорангии имеют более длинные ножки по сравнению с молодыми.

³ Наиболее примитивным считается поперечное кольцо, позже возникло косое, а у большинства современных папоротников имеется **кольцо продольного типа**, у клеток которого неравномерно утолщены стенки. При изменении влажности споровой массы клетки кольца деформируются, возникающее напряжение разрывает стенку спорангия

Размеры - от нескольких мм до 10-30 м (древовидные и лианы).

Продолжительность жизни - многолетние растения с отмирающими на зиму надземными органами или вечнозеленые.

Среда обитания - на всех континентах, но наибольшее количество видов наблюдается во влажных тропических и субтропических лесах, где они представлены не только травянистыми, но и древовидными формами и произрастают как на почве, так и эпифитно. Именно здесь встречаются папоротники-лианы. В умеренных широтах папоротники представлены лишь травянистыми видами и предпочитают тенистые леса, овраги.

Особенности спор - споры одеты двумя оболочками: интиной и экзиной. У эпифитных папоротников в спорах имеются бледные хлоропласты, что способствует их быстрому прорастанию без периода покоя. Подавляющее большинство современных папоротников - равноспоровые растения, но существуют и разноспоровые - около 120 видов.

Условия прорастания спор - на влажной почве или перегное.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - свободноживущий самостоятельный организм.

Особенности структуры - у равноспоровых папоротников гаметофиты могут быть подземными и бесхлорофильными (ужовниковые, некоторые схизейные) и наземные зеленые. Зеленые гаметофиты (заростки) дорзовентральные и развиваются на поверхности почвы, среди мха, на стволах и ветвях упавших или растущих деревьев, в трещинах скал. По форме гаметофиты могут быть продолговатыми и сердцевидными. Последние наиболее широко представлены у современных папоротников и имеют вид зеленой плоской пластинки. Зеленые заростки недолговечны. У более примитивных групп встречаются мясистые, лентовидные или нитевидные гаметофиты. На нижней стороне наземных заростков формируются архегонии и антеридии. У разноспоровых папоротников, являющихся водными или водноболотными растениями, редуцированные гаметофиты развиваются внутри микро- и мегаспор за счет их питательных веществ.

Размеры - 0,5-3 см - у равноспоровых, микроскопические - у разноспоровых.

Продолжительность жизни - в течение вегетационного периода.

Среда обитания - почва лесов, скалы, озера, болота, стволы деревьев (эпифитный образ жизни)

Особенности гаметангиев и гамет - антеридии и архегонии на од-

н, **сильно встряхивая спорангий, выворачивает его, выбрасывая споры (специальный катапультирующий аппарат).**

ном гаметофите у равноспоровых (созревают одновременно), на разных сильно редуцированных гаметофитах - у разноспоровых. Антеридии выступают над поверхностью гаметофита. Сперматозоиды многожгутиковые.

Условия полового процесса - обязательно наличие капельножидкой влаги.

Отдел ГОЛОСЕМЕННЫЕ-РЕВОРНУТА

Общая численность отдела - видов. Включает 6 классов (772 современных вида):

Семенные папоротники - *Lyginopteridopsida (Pteridospermae)*

Саговниковые - *Saccadopsida*, 10 родов, около 130 видов

Беннеттитовые - *Bennettitopsida*¹

Гинкговые - *Ginkgoopsida*, 1 вид

Гнетовые - *Gnetopsida*, 81 вид

Хвойные - *Pinopsida*, более 560 видов

Спорофит

Место в жизненном цикле - самостоятельное растение, преобладает в жизненном цикле, развивается из зародыша семени.

Особенности структуры - древесные и кустарниковые растения. Надземная часть спорофита представляет собой ствол с боковыми побегами. У хвойных побеги двух типов: укороченные (брахибласты) и удлиненные (ауксибласты). На укороченных побегах расположены фотосинтезирующие листья (хвоя), укороченный побег возникает в пазухе пленчатого листа. У представителей других классов - только удлиненные боковые побеги, листья более или менее папоротниковидные (саговники) или обычного типа - из листовой пластинки и черешка (гнетум, гинкго).

Подземная часть спорофита состоит из главного и боковых корней. В древесине стебля (ксилеме) преобладают точечные, кольчатые и спиральные трахеиды, у некоторых представителей, наряду с трахеидами, встречаются сосуды. Покровная ткань - перидерма. Спорофитам всех голосеменных свойственна разноспоровость. Микроспоры образуются на одной особи (однодомные) или на разных особях (двудомные). Микро- и макростробилы называются шишками и представляют собой видоизмененные спороносные побеги. Мужская шишка - видоизменение простого побега (ось и микроспорофиллы с двумя микроспорангиями на каждом), женская шишка - видоизменение сложного побега (ось, кроющие чешуи и

¹ В списке подчеркнуты классы, не имеющие живых представителей в современной флоре.

семенные чешуи в их пазухе). Мегаспорангии называются семяпочками и располагаются парами на верхней стороне семенной чешуи. Семяпочка состоит из **нуцеллуса** (внутренняя часть) и **интегумента** (покров). На верхушке семяпочки интегумент не замкнут и образует **пыльцевход (микрופиле)**. Семяпочка может иметь пыльцевую камеру (свободное пространство между нуцеллусом и интегументом в зоне микрופиле). Семязачаток в своей нижней части (халазе) прикреплен к плаценте (часть ткани семенной чешуи) семяножкой.

Размеры - от нескольких мм до десятков и сотен метров.

Продолжительность жизни - многолетники, от нескольких десятков лет до нескольких сотен и тысяч лет.

Среда обитания - наземная, все континенты, самые разнообразные местообитания на суше.

Особенности спор - одноклеточные споры, разноспоровость у всех представителей отдела.

Условия и особенности прорастания спор - микроспоры начинают прорастать еще в микроспорангии, поэтому зрелая спора может быть 2- и 3-клеточной. Мегаспоры прорастают в мегаспорангии в женской шишке на спорофите.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - мужские и женские гаметофиты сильно редуцированы, развиваются в микро- и мегаспорангиях в микро- и мегастробилах (мужских и женских шишках), которые формируются на взрослых спорофитах.

Особенности структуры - мужские гаметофиты 2- или 3-клеточные, женские гаметофиты - многоклеточные структуры, формирующиеся внутри нуцеллуса семязачатка (гаплоидный эндосперм).

Размеры - микроскопические в основном, максимально - несколько см у женских гаметофитов.

Продолжительность жизни - один вегетационный период.

Среда обитания: на спорофите в мужских и женских шишках, в микро- и мегаспорангиях - соответственно.

Особенности гаметангиев и гамет - очень редуцированные мужские гаметофиты состоят максимально из 3 клеток, одна из них - антеридиальная клетка, из которой затем образуются два спермия. Архегонии (2 или более) возникают в ткани женского гаметофита со стороны микрופиле. У некоторых голосеменных архегонии редуцированы и практически состоят из крупной яйцеклетки и из остатков нескольких шейковых клеток.

Условия полового процесса - мужские гаметофиты (пыльца) переносятся на семяпочки ветром или опылителями (насекомыми, животными, птицами). Зигота образуется внутри семяпочки, из нее формируется зародыш спорофита, окруженный покровами семени: семенной кожурой (видоизмененный интегумент), пленчатым остатком нуцеллуса и эндоспермом (питательной тканью, происходящей из женского гаметофита).

Отдел ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ (ЦВЕТКОВЫЕ) - MAGNOLIOPHYTES

Общая численность отдела - 250 тыс. видов, объединенных в 13 тыс. родов, 533 семейства. Включает 2 класса:

Магнолиописиды (Двудольные) - Magnoliopsida (Dicotyledones), содержит 8 подклассов, 429 семейств, около 400 тыс. родов, не менее 190 тыс. видов

Лилиописиды (Однодольные) - Liliopsida (Monocotyledones), включает, по мнению разных авторов, от 2 до 4 подклассов, 104 семейства, 3 тыс. родов, около 63 тыс. видов.

Спорофит

Место в жизненном цикле - самостоятельное растение, преобладает в жизненном цикле, развивается из зародыша семени.

Особенности структуры - огромное многообразие внешнего вида спорофитов. В самом общем виде - спорофит цветковых делится на вегетативную и генеративную сферы. Первая состоит из стебля с листьями и корня, вторая - из одиночных или собранных в соцветия цветков. Характерны разнообразные жизненные формы, основными среди них являются травы и деревья. Спорофитам цветковых свойственны метаморфозы всех основных вегетативных органов - листовой пластинки, черешка, прилистников, стеблей, корней. Анатомическое строение спорофита цветковых растений более разнообразное и совершенное, чем в остальных отделах растительного мира. При этом основное отличие - в ксилеме водопродвижающие элементы представлены сосудами вместо трахеид.

Наличие цветка - это основная особенность спорофита цветковых растений. Цветок - специализированный орган опыления и оплодотворения, представляющего собой обоеполый или однополый стробил, окруженный околоцветником. В этом стробиле совокупность тычинок (андроцей) является совокупностью микроспорофиллов, пестики или пестик - совокупностью несросшихся или сросшихся между собой мегаспорофиллов (гинецей). Околоцветник состоит из чашечки и венчика и весьма многообразен. У насекомоопыляемых он обычно крупный и яркий, нередко с

запахом. У ветроопыляемых - он мал, незаметен, зеленоватого оттенка, иногда полностью редуцирован. Все перечисленные части цветка располагаются на цветоножке, которое у наиболее примитивных цветковых обычно удлиненное, а у более совершенных цветковых оно становится укороченным, может расширяться, впячиваться, срастаться с гинецеем.

Микроспорофиллы, или тычинки, цветковых в подавляющем большинстве случаев расчленены на тычиночную нить, связник и пыльники. Мегаспорофиллы, или плодолистики, у цветковых срослись своими боковыми краями, образовав полость - гнездо завязи, в которой располагаются сначала семязачатки, а позднее, когда из гинецея образуется плод, и семена. В этом суть образования плода или покрытосемянности.

Размеры - от нескольких миллиметров до сотен метров

Продолжительность жизни - от нескольких недель до нескольких тысяч лет.

Среда обитания - наземная, болотно-водная, водная.

Особенности спор - одноклеточные споры, разноспоровость у всех представителей отдела.

Условия и особенности прорастания спор - микроспоры начинают прорастать в микроспорангиях (пыльниках тычинок), мегаспоры прорастают в нуцеллусе семязачатка.

Гаметофит

Место в жизненном цикле - мужские и женские гаметофиты сильно редуцированы, развиваются в оболочках микро- и мегаспор.

Особенности структуры - мужские гаметофиты 2-клеточные (клетка трубки и генеративная), женский гаметофит - 8-ядерный зародышевый мешок: в сторону микропиле семязачатка лежат 3 клетки (яйцеклетка и 2 синергиды), на противоположном конце - 3 клетки - антиподы, в центре - 2 центральных ядра.

Размеры - микроскопические.

Продолжительность жизни - несколько недель или дней.

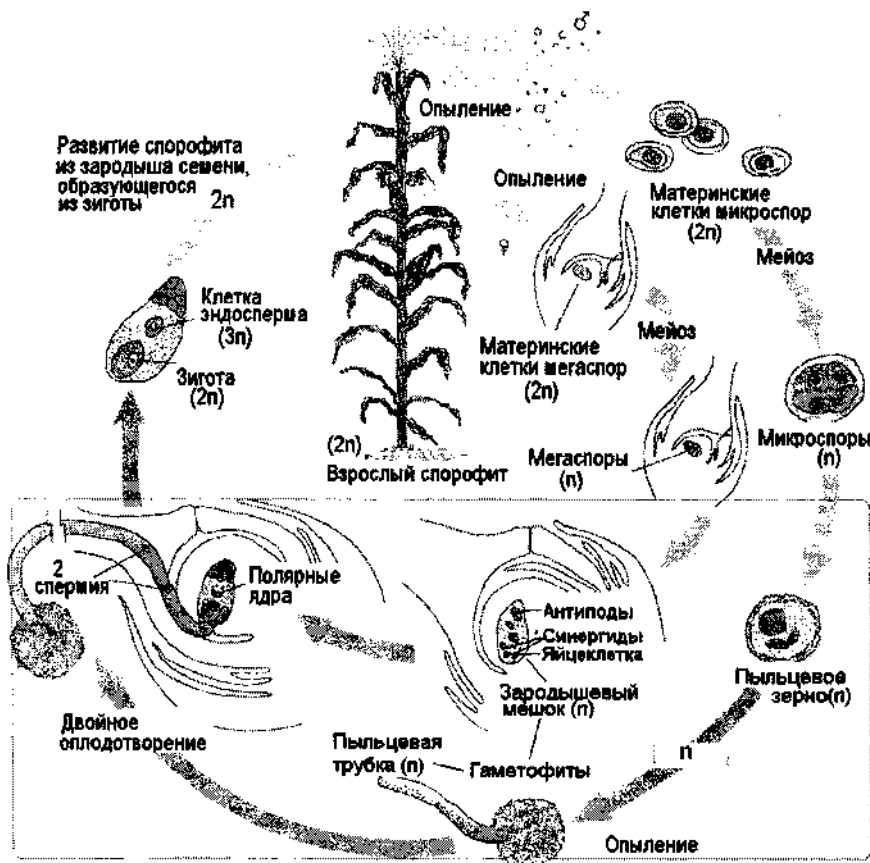
Среда обитания

Особенности гаметагониев и гамет - антеридии и архегонии не образуются. Гаметы - 2 спермия и яйцеклетка.

Условия полового процесса - мужские гаметофиты (пыльца) переносятся на рыльце пестика цветков ветром или опылителями (насекомыми, животными, птицами). В зародышевом мешке семязачатка происходит особый тип полового процесса, характерный только для цветковых растений - двойное оплодотворение. 2 спермия достигают зародышевого мешка по пыльцевой трубке. Один из них сливается с яйцеклеткой, второй - с диплоидным центральным ядром. В результате

лоидным центральным ядром. В результате этого процесса образуется семя с зародышем и триплоидным эндоспермом, заключенное внутри плода.

Схема 9



Жизненный цикл кукурузы¹

¹ Рассматривая схему, следует помнить, что кукуруза - однодомное растение, у которого на одной особи формируются два типа соцветий - метелки из мужских цветков (в верхней части побега) и початки из женских цветков (в пазухах листьев в средней части побега).

Обзорный тест 1

Выберите признаки, соответствующие высшим растениям - представителям отдела _____

1. В жизненном цикле растений преобладает спорофит
2. В жизненном цикле растений преобладает гаметофит
3. Спорофит и гаметофит - отдельные свободноживущие растения
4. Спорофит прикреплен к гаметофиту и существует за счет его веществ
5. Гаметофит прикреплен к спорофиту и существует за счет его веществ
6. Гаметофит максимально редуцирован и имеет фиксированное, малое число ядер
7. Тело всех представителей отдела - листостебельное
8. У части представителей отдела - листостебельное тело, у других тело имеет вид таллома
9. Растения принадлежат к микрофильной линии эволюции и имеют на стеблях множество листоподобных выростов
10. Растения принадлежат к макрофильной линии эволюции, их листья по происхождению являются «плосковетками»
11. Гаметофиты имеют ризоиды
12. Спорофиты имеют придаточные корни
13. Спорофиты имеют настоящую корневую систему
14. Проводящая система стебля - протостель
15. Имеются различные типы проводящей системы
16. Стебли лишены камбия
17. Стебли имеют камбий
18. Стебли покрыты эпидермисом
19. Стебли покрыты эпидермисом, пробкой либо коркой
20. Устьица состоят из пары замыкающих клеток, ширина щели между ними может изменяться
21. Устьица состоят из нескольких пар клеток, расположенных друг над другом, ширина щели не изменяется.
22. «Листья» с жилкой, не доходящей до края листа
23. Листья с хорошо развитым жилкованием
24. Листья имеют язычок
25. У некоторых представителей отдела листья в молодом состоянии улиткообразно свернуты
26. У ныне живущих представителей отдела чешуевидные листья, собранные в мутовки, не участвуют в фотосинтезе
26. Вымершие представители отдела имели крупные листья с развитыми листовыми пластинками, у большинства ныне живущих представителей отдела многочисленные листья игловидные
27. Отдельные ныне живущие представители отдела - древовидные растения, но преобладают травянистые
28. Представители отдела - деревья и кустарники, травы отсутствуют
29. Современные представители отдела — исключительно травы, в прежние геологические эры преобладали древовидные растения

30. Среди представителей отдела никогда не было древовидных растений
31. Немногочисленные представители отдела имеют внешнее сходство с древнейшими наземными растениями Земли (и, вероятно, являются их потомками)
32. Представители отдела имеют подземные корневища с придаточными корнями и один либо два вида надземных побегов, отчетливо делящиеся на междоузлия и узлы с мутовками чешуйчатых листьев и боковых веточек
33. Представители отдела имеют надземные, дихотомически ветвящиеся побеги с придаточными корнями и множеством спирально либо рядами расположенных листьев
34. Представители отдела имеют дихотомически ветвящиеся безлистные побеги, отходящие от короткого корневища
35. Представители отдела - только равноспоровые растения
36. Представители отдела - только разноспоровые растения
37. В отдел входят и равноспоровые, и разноспоровые растения
38. Коробочка со спорами имеет различной длины ножку, может иметь колонку и перистом либо раскрываться щелями
39. У некоторых представителей этого отдела элатеры - стерильные клетки, разрывающие споровую массу
40. У представителей этого отдела элатеры - ленты внешней оболочки споры
41. Половой процесс у представителей этого отдела требует присутствия капельно-жидкой воды
42. Половой процесс у представителей этого отдела происходит без участия капельно-жидкой воды
43. У растений этого отдела спорангии объединены в синангии
44. Спорангии у представителей этого отдела могут быть собраны в сорусы, иметь кольцо и защищаться индузием (покрывальцем)
45. Спорангии у представителей этого отдела прикреплены к шестигранным щиткам, которые собраны в колоски
46. Спорангии у представителей этого отдела находятся на спорофиллах, собранных в колоски или образующих группы внутри побега
47. Среди представителей этого отдела есть вторично водные растения
48. У представителей этого отдела гаметофит, пластинчатый или мясистый, развивается наземно
49. У представителей этого отдела волчкообразный гаметофит развивается на поверхности земли или под(з)емно
50. У представителей этого отдела пластинчатый, обычно разделенный на лопасти гаметофит развивается наземно

Обзорный тест 2

Вариант 1

1. Среди названных родов низших растений отметить те, у которых в жизненном цикле преобладает спорофит: сфагнум, плаун, селлагинелла, политрихум, маршанция, хвощ, орляк, антоцерос.
2. У каких отделов представлены равно- и разноспоровые организмы: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?
3. Для каких растений термином «элатеры» определяют стерильные клетки, раз-

- рыхляющие споровую массу: маршанция, хвощ, плаун, орляк, селлагинелла?
4. У кого из названных высших растений гаметофит имеет ризоиды: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?
5. Кто из названных растений относился к микрофилльной линии эволюции: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?

Вариант 2

1. Среди названных родов высших растений отметить те, у которых в жизненном цикле преобладает гаметофит: сфагнум, плаун, селлагинелла, политрихум, маршанция, хвощ, орляк, антоцерос.
2. У каких отделов высших растений представлены только равноспоровые организмы: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?
3. Для каких растений термином «элатеры» называют ленты наружной оболочки споры, разрыхляющие массу спор: маршанция, хвощ, плаун, орляк, сосна?
4. У кого из названных высших растений спорофит имеет придаточные корни: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?
5. Кто из названных растений относился к макрофилльной линии эволюции: мохообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные?

ЛИТЕРАТУРА

- Еленевский, А.Г. Ботаника высших, или наземных, растений / А.Г. Еленевский, В.Н. Соловьева, В.Н. Тихомиров - М.: Академия, 2004. - 432с.
- Жизнь растений. Т. 4 / под ред. И.В. Грушвицкого, С.Г. Жилина. - М.: Просвещение, 1978. - 448 с.
- Рейвн, П. Современная ботаника: в 2 т. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. - М.: Мир, 1990.
- Сергиевская, Е.В. Систематика высших растений: практический курс / Е.В. Сергиевская/ - СПб.: Лань, 2002. - 448 с.
- Яковлев, Г.П. Ботаника: учебник для фармац. ин-тов и мед. вузов; под ред. И.В. Грушвицкого / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько. - М.: Высшая школа, 1990. - 367с.
- Stern, K.R. Plant Biology. Introduction / K.R. Stern - WCB: 1994. - 537p.

ОСОБО РЕКОМЕНДУЕМЫЕ САЙТЫ INTERNET

- <http://nature.vspu.ru/links/botlinks.html> - ботаника в Internet: русские ресурсы. Возможен переход на сайты крупнейших научно-исследовательских институтов, университетов и ботанических кафедр, отдельных научных журналов и фирм.
- <http://flower.onego.ru/> - энциклопедия садовых растений
- <http://www.botanv.net/IDB/> - международные ботанические ресурсы. Возможны тематический поиск ресурсов и переход к определенным буквам, с которых начинаются названия ресурсов
- <http://www.science.siu.edu/landplants/index.html> - прекрасно иллюстрированный множеством фотографий англоязычный сайт, на котором представлена информация о систематике, особенностях структуры и экологии высших растений.

Содержание

Введение	3
Соотношение гаметофита и спорофита в жизненном цикле высших растений.....	4
Отдел Мохообразные - Bryophyta.....	10
Отдел Хвощеобразные - Equisetophyta.....	11
Отдел Плаунообразные - Lycopodiophyta.....	13
Схема 1. Жизненный цикл печеночников (маршанция).....	15
Схема 2. Жизненный цикл листостебельных мхов (кукушкин лен).....	16
Схема 3. Жизненный цикл хвоща.....	17
Схема 4. Жизненный цикл плауна.....	18
Схема 5. Жизненный цикл селлагинеллы.....	19
Схема 6. Жизненный цикл псилоота.....	20
Схема 7. Жизненный цикл папоротника.....	21
Схема 8. Жизненный цикл сосны.....	22
Отдел Псилотообразные - Psilotophyta.....	23
Отдел Папоротникообразные - Pteridophyta (Polypodiophyta).....	24
Отдел Голосеменные - Pinophyta.....	27
Отдел Покрытосеменные (Цветковые) - Magnoliophyta.....	29
Схема 9. Жизненный цикл кукурузы.....	31
Приложения.....	32
Литература.....	34
Особо рекомендуемые сайты Internet.....	34

Учебное издание

Кавеленова Людмила Михайловна,
Прохорова Наталья Владимировна

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИИ

Учебное пособие

Редактор Т.А. Мурзинова
Компьютерная верстка, макет Л.М. Кавеленовой, Н.В. Прохоровой

Подписано в печать 15.11.07. Гарнитура «Times New Roman». Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Объем 1,96 усл. печ. л., 2,0 уч.-изд. л. Тираж 150 экз. Заказ Ук/Аоч
Издательство «Самарский университет», 443011, г. Самара, ул. Ак. Павлова, д. 1.
Отпечатано на УОП СамГУ