

# Адаптивные биологические

## РИТМЫ

Одно из фундаментальных свойств живой природы – **цикличность** большинства происходящих в ней процессов. Вся жизнь на Земле, от клетки до биосферы, подчинена определенным ритмам. Природные ритмы для любого организма можно разделить на внутренние (связанные с его собственной жизнедеятельностью) и внешние (циклические изменения в окружающей среде).

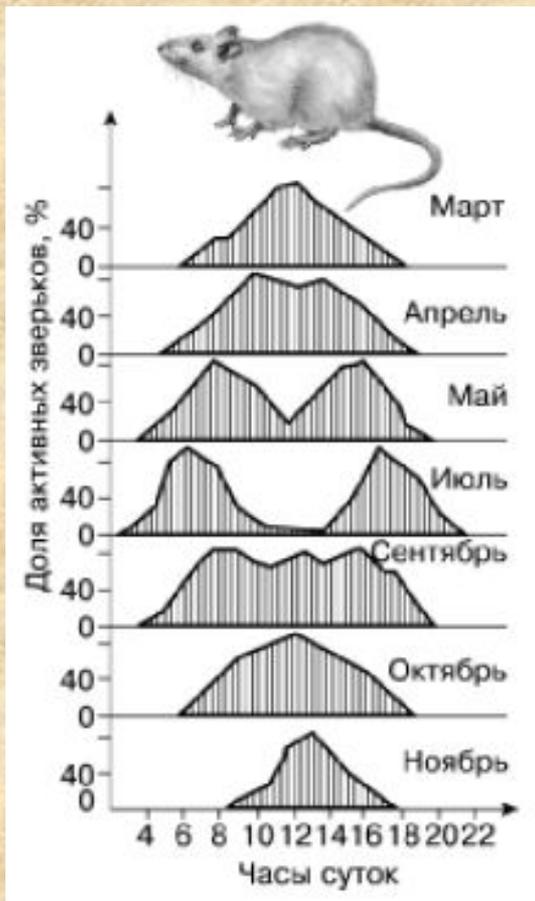
**Внутренние (эндогенные) циклы** – это прежде всего **физиологические ритмы организма**: деление клеток, сокращение мышц, работа желез внутренней секреции, биение сердца, дыхание, возбудимость нервной системы

Основные **внешние (экзогенные) ритмы** имеют геофизическую природу: световой режим, температура, давление и влажность воздуха, атмосферное электромагнитное поле, океанические приливы и отливы – все они влияют на жизнедеятельность организмов. **Кроме циклического воздействия**

**абиотических факторов, внешними ритмами для любого организма являются также закономерные изменения активности и поведения других**

**живых существ.** Целый ряд изменений в жизнедеятельности организмов совпадает по периоду с

внешними, геофизическими циклами. Это так называемые **адаптивные биологические ритмы** – *суточные, приливно-отливные, равные лунному месяцу, годовые*. Благодаря им самые важные биологические функции организма, такие, как питание, рост, размножение, совпадают с наиболее благоприятным для этого временем суток или года.



Сезонные изменения суточной активности больших песчанок

**Эндогенные суточные ритмы** (их называют циркадными) у разных особей и разных видов обычно имеют периодичность, не точно равную 24 часам, т.е. закрепление этого ритма в процессе эволюции не прочное. Это позволяет многим видам иметь потенциально обширный ареал, не мешает перемещаться в области с иной ритмикой дня и ночи – показано на примере серой крысы в сравнении с <sup>черной</sup> У человека циркадные ритмы изучались в различных ситуациях: в пещерах, герметических камерах, подводных плаваниях и т. п. Обнаружилось, что в отклонениях от суточного цикла у человека большую роль играют типологические особенности нервной <sup>системы</sup> Суточные ритмы лежат в основе «биологических часов», т.е. способности организма чувствовать время

# Приливно-отливные

## РИТМЫ

В течение лунных суток (24 ч 50 мин) наблюдаются 2 прилива и 2 отлива, фазы которых смещаются ежедневно примерно на 50 мин. Сила приливов, кроме того, закономерно меняется в течение синодического, или лунного, месяца (29,5 солнечных суток). Дважды в месяц, когда векторы притяжения к Луне и Солнцу однонаправлены (новолуние и полнолуние), они достигают максимальной величины (так называемые *сизигийные приливы*).



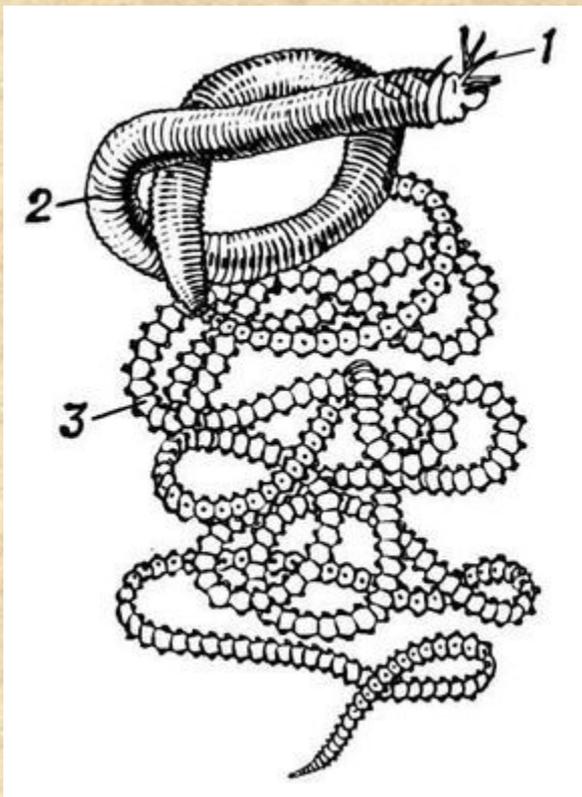
Иллюстрация приливно-отливного действия Луны и Солнца в океанах и морях. Видно, что амплитуда солнечного прилива намного меньше лунного, а максимальных значений суммарная величина достигает при **сизигийных приливах**.



Манящий краб на литорали во время отлива

## Синодические (равные лунному месяцу) ритмы

Синодические ритмы проявляются в том, что к определенным фазам Луны приурочено нерестование многощетинковых червей палоло, размножение японских морских лилий, роение ряда комаров-хируномид и поденок. В этих случаях достигается синхронизация активности, связанная с необходимостью оплодотворения.



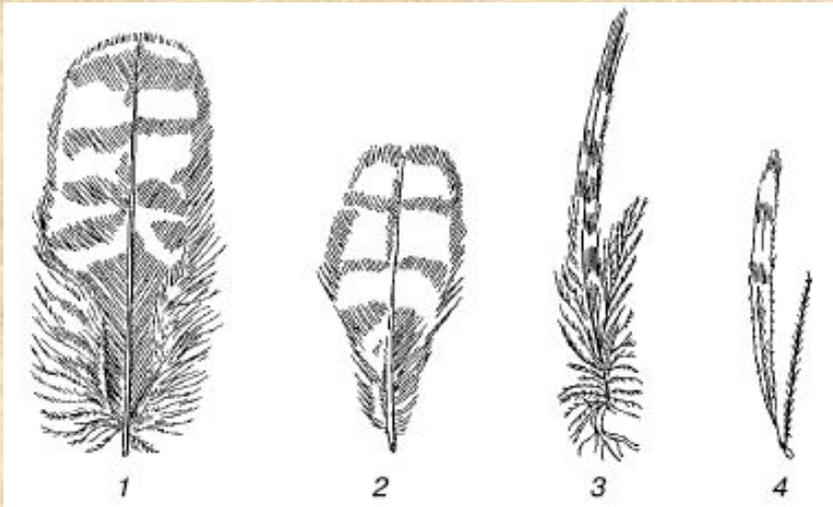
Палоло: 1 — головной сегмент;  
2 — передний (бесполой) отдел  
тела;



отдел тела.  
Коралловые  
полипы  
выпускают  
гаметы в воду  
для наружного  
оплодотворения



Роение поденок



Сезонная изменчивость пера у глухаря:

1, 2 – зимнее; 3, 4 – летнее

## Сезонные ритмы

Наиболее важные сезонные ритмы связаны с размножением, ростом, миграциями и переживанием неблагоприятных периодов года. У видов с коротким жизненным циклом годовой ритм закономерно проявляется в ряду поколений (например, цикломорфоз у дафний и коловраток). Чем резче сезонные изменения внешней среды, тем сильнее выражена годовая периодичность жизнедеятельности организмов.

Годичные ритмы у многих видов эндогенны. Такие ритмы называются

цирканными. С устойчивостью сроков размножения в годовом цикле приходится считаться при интродукции и акклиматизации видов: австралийские страусы в заповеднике Аскания-Нова откладывали яйца зимой прямо на снег; собака динго в Северном полушарии приносит щенков в декабре, когда в Австралии конец весны.

Одним из наиболее точно и регулярно изменяющихся факторов среды является длина светового дня, ритм чередования темного и светлого периодов суток. Именно этот фактор служит большинству живых организмов для ориентации во времени года

# Фотопериодизм

Реакция организмов на сезонные изменения длины дня получила название **фотопериодизма**. Его проявление зависит от ритма чередования темного и светлого периодов суток.

Способность реагировать на изменение длины дня обеспечивает заблаговременную физиологическую перестройку для подготовки к переживанию неблагоприятных условий или, наоборот, к наиболее интенсивной

жизнедеятельности. Различают два типа фотопериодической реакции: **короткодневный** и **длиннодневный**. Известно, что длина светового дня, кроме времени года, зависит от географического положения местности. Короткодневные виды живут и произрастают в основном в низких широтах, а длиннодневные – в умеренных и

высоких. У **длиннодневных** растений и животных увеличивающиеся весенний и раннелетний дни стимулируют ростовые процессы и подготовку к размножению. Укорачивающиеся дни второй половины лета и осени вызывают торможение роста и подготовку к зиме

**Короткодневные** растения особенно чувствительны к фотопериоду, так как длина дня на их родине меняется в течение года мало, а сезонные климатические изменения могут быть очень значительными. Тропические виды фотопериодическая реакция подготавливает к сухому и дождливому сезонам.

Длина светлого периода суток, обеспечивающая переход в очередную фазу развития, получила название **критической длины дня** для этой фазы. По мере повышения географической широты критическая длина дня возрастает.

Например, переход в диапаузу яблоневой листовёртки на широте 32° происходит при продолжительности светлого периода суток, равной 14 ч, 44° – 16 ч, 52° – 18 ч. **Критическая длина дня часто служит препятствием для широтного передвижения растений и животных, для их интродукции.**

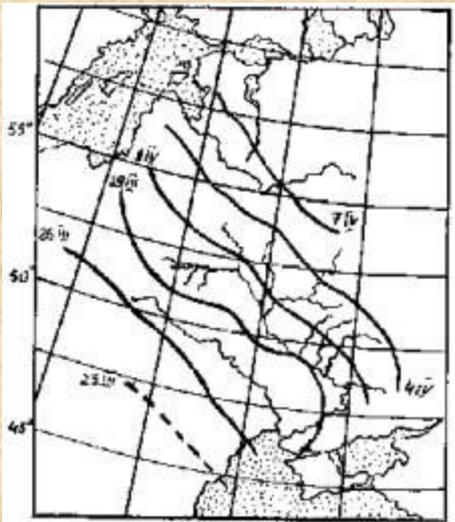
Для практических целей длину светового дня изменяют при выращивании культур в закрытом грунте, управляя продолжительностью освещения, увеличивают яйценоскость кур, регулируют размножение пушных зверей.

Средние многолетние сроки развития организмов определяются прежде всего климатом местности, именно к ним и приспособлены реакции фотопериодизма.

Например, в Подмоскowie береза зацветает в среднем 8 мая при накоплении суммы эффективных температур 75 °С. Однако в годовых отклонениях сроки ее зацветания изменяются от 19 апреля до 28 мая. Гомойотермные животные отвечают на особенности погоды изменением поведения, сроков гнездования, миграций.

Изучением закономерностей сезонного развития природы занимается особая прикладная отрасль экологии – **фенология** (перевод с греческого – наука о явлениях).

Согласно **биоклиматическому закону Хопкинса**, выведенному им применительно к условиям Северной Америки, сроки наступления различных сезонных явлений (фенодат) различаются в среднем на 4 дня на каждый градус широты, на каждые 5° долготы и на 120 м высоты над уровнем моря, т. е. **чем севернее, восточнее и выше местность, тем позже наступление весны и раньше – осени**. Кроме того, фенологические даты зависят от местных условий (рельефа, экспозиции, удаленности от моря и т. п.). На территории Европы сроки наступления сезонных событий изменяются на каждый градус широты не на 4, а на 3 дня. Соединяя на карте точки с одинаковыми фенодатами, получают изолинии, отражающие фронт продвижения весны и наступления очередных сезонных явлений. Это имеет большое значение для планирования многих х



Карта прилета белого аиста на территории Европейской части Российской Империи (по Д.Н. Кайгородову, 1911)

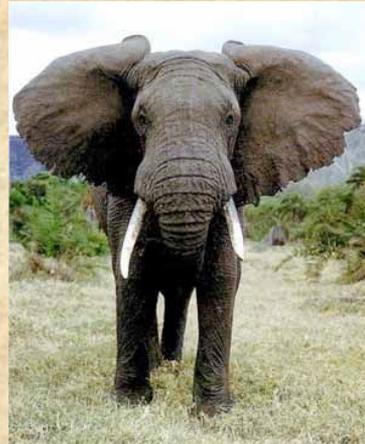
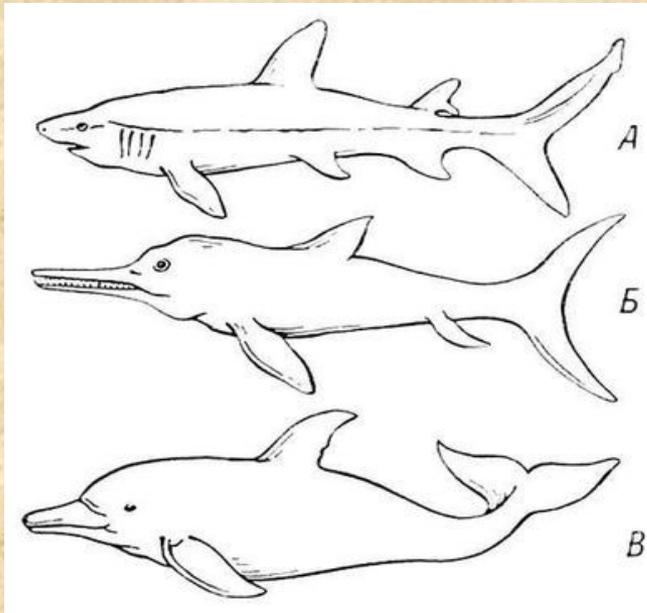


# Адаптивная морфология организмов.

Морфологические адаптации - такие особенности внешнего строения, которые способствуют выживанию и успешной жизнедеятельности организмов в обычных для них условиях

**Формообразующая роль факторов среды** - влияние их на морфологию

**Одинаковые принципы освоения среды организмов** ведут к **конвергенции**, т.е. к выработке сходных морфологических адаптаций у разных видов. Конвергенция признаков в наибольшей мере затрагивает те органы, которые находятся в непосредственном соприкосновении с внешней средой



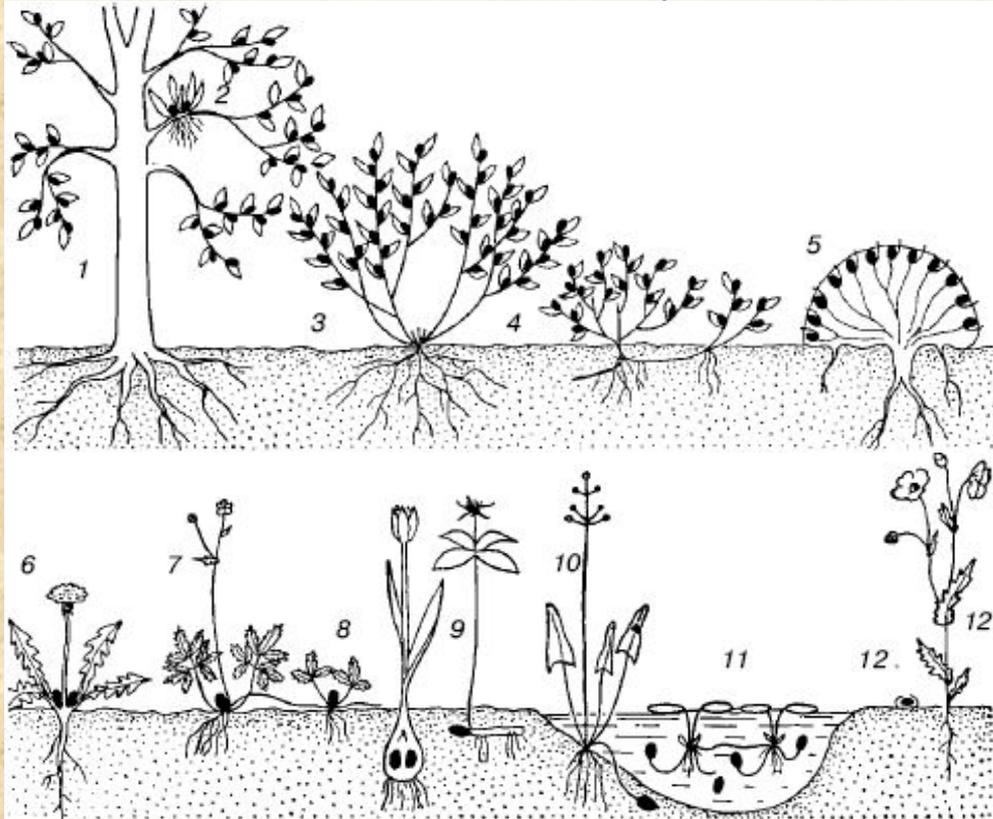
**жизненной формой организма.**



Морфологический тип приспособления животного или растения к основным факторам местообитания и определенному образу жизни

# Жизненные формы растений

(категории морфологические и



Жизненные формы растений (по К. Раункиеру, 1907):

1–3– фанерофиты; 4–5 – хамефиты (почки под снегом); 6–7 – гемикриптофиты (почки на поверхности почвы); 8–11 – криптофиты; 12 – терофиты; 12а – семя с зародышем

*Теофраст* более чем за 300 лет до н.э. – **деревья, кустарники, травы;**

*А. Гумбольдт* в начале 19 в. выделил исходя из внешнего сходства сначала 16, а затем 19 «основных форм»: **пальмы, бананы, мальвовые и баобабовые, вересковые, кактусовые, орхидеи, казуариновые, ароидные, лианы, алоэ, злаки, папоротники, лилейные,**

**ивовые, миртовые, меластомовые, хвойные, мимозовые, лотосовые.**

Датский ботаник *К. Раункиер* рассматривал жизненные формы как результат приспособления растений к переживанию неблагоприятного времени года. Эта приспособленность отражена в **размещении почек возобновления по отношению к поверхности почвы**

Процентное распределение видов по жизненным формам в растительных сообществах на изучаемой территории Раункиер назвал **биологическим спектром**. Для разных зон и стран были составлены биологические спектры, которые могли служить индикаторами климата. Так, жаркий и влажный климат тропиков был назван «климатом фанерофитов», умеренно-холодные области имеют «климат гемикриптофитов», полярные страны – «климат хамефитов». Критики воззрений Раункиера отмечают, что его типы жизненных форм слишком обширны и неоднородны: хамефиты включают растения с разным отношением к климату, их много как в тундрах, так и в полупустынях. И не только современный климат определяет спектр жизненных форм, но и комплекс почвенно-литологических условий, а также история формирования флоры и влияние человеческой культуры.

## Система И. Г. Серебрякова

Наиболее разработанной классификацией жизненных форм является система И. Г. Серебрякова (1962, 1964). Она иерархична, в ней использована совокупность большого числа признаков в соподчиненной системе и приняты следующие единицы: отделы, типы, классы, подклассы, группы, подгруппы, иногда секции и собственно жизненные формы.

Под **жизненной формой** как единицей экологической классификации И. Г. Серебряков понимает совокупность взрослых генеративных особей данного вида в определенных условиях произрастания, обладающих своеобразным обликом, включая надземные и подземные органы. Им выделены 4 отдела жизненных форм:

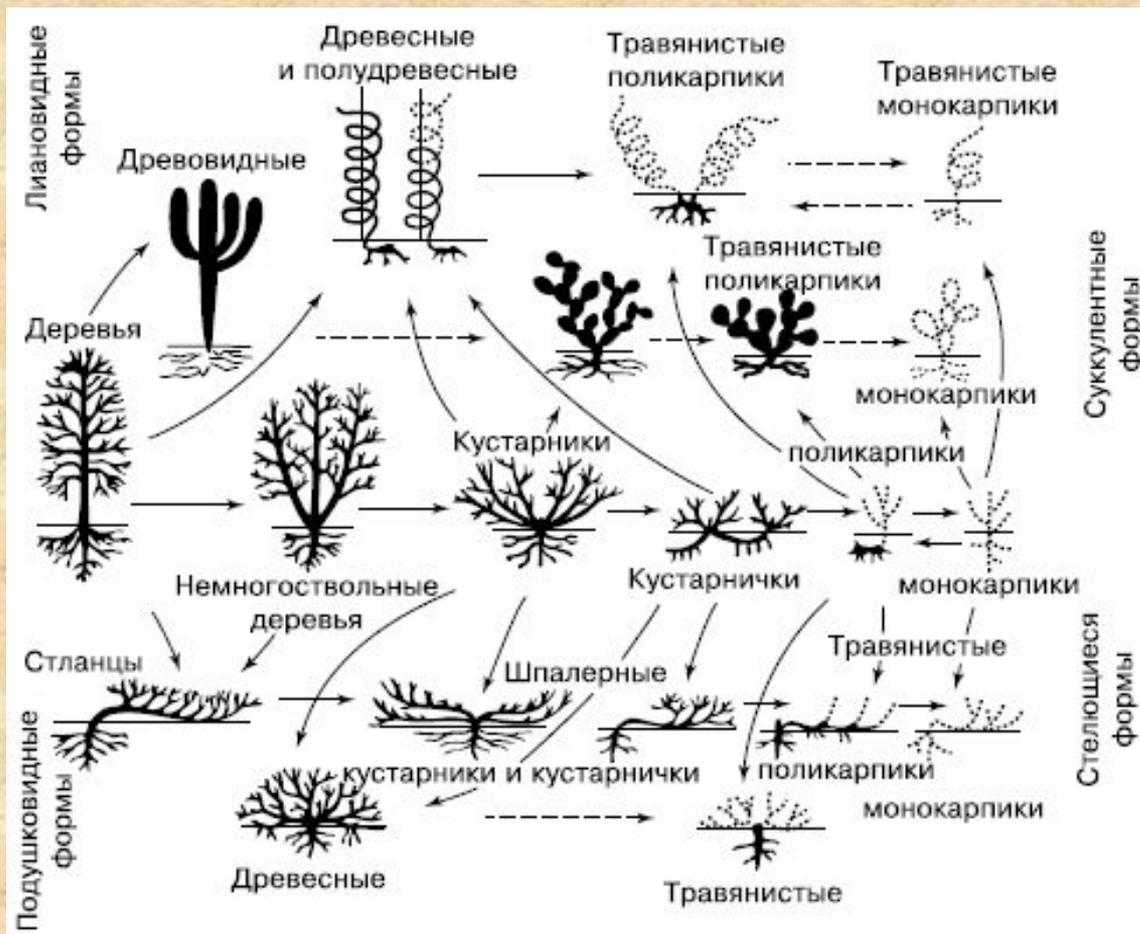
1. Отдел А. **Древесные растения.** Включает 3 типа: деревья, кустарники, кустарнички.
2. Отдел Б. **Полудревесные растения.** Включает 2 типа – полукустарники и полукустарнички.
3. Отдел В. **Наземные травы.** Включает 2 типа: поликарпические и монокарпические травы.
4. Отдел Г. **Водные травы.** Включает 2 типа: земноводные травы, плавающие и подводные травы.

Выделение отделов основано на степени одревеснения надземных осей (древесные, полудревесные и травянистые растения), выделение типов – на относительной длительности жизни надземных осей или растений в целом. Классы в пределах типов выделяются на основании структуры побегов (лиановидные, ползучие, суккулентные и проч.), на основе специфики питания (сапрофиты и паразиты) или образа жизни (эпифиты). При характеристике собственно жизненной формы растений учитывается характер надземных побегов (удлиненные, укороченные, сильно ветвящиеся и образующие подушки, ползучие и т. п.), тип корневой системы (стержнекорневые, кистекорневые, корнеотпрысковые растения и т. п.), подземные побеги (короткие и длинные корневища, клубни, луковицы, столоны, каудексы и т. п.). Учитывается также общая длительность жизни и способность к повторному цветению (монокарпики и поликарпики) и др.

**Рассмотрим положение конкретных растений в системе жизненных форм И. Г. Серебрякова.**

**Липа сердцевидная** относится к отделу древесных растений, классу кронаобразующих с полностью одревесневшими удлиненными побегами, подклассу наземных, группе с подземными корнями, подгруппе прямостоячих, секции одноствольных (лесного типа), к листопадным деревьям.

**Земляника лесная** относится к отделу наземных трав, типу поликарпиков, классу травянистых поликарпиков с ассимилирующими побегами несуккулентного типа, подклассу столонообразующих и ползучих, группе столонообразующих, подгруппе наземностолонных. Собственную жизненную форму земляники лесной можно характеризовать как короткокорневищное кистекорневое растение с



**В сходных условиях как среди древесных, так и травянистых растений конвергентно возникли лиановидные, подушковидные, стелющиеся и суккулентные формы.**

Например, подушковидные формы древесные и травянистые часто встречаются в условиях хорошего освещения, но при низких температурах воздуха и почвы, при крайней сухости почвы и низкой влажности воздуха, при частых и сильных

Параллельные ряды жизненных форм цветковых растений и их предполагаемые связи

**Жизненная форма вида может меняться** в пределах ареала в разных географических и экологических условиях. Многие виды деревьев на границах ареала образуют кустарниковые, нередко стелющиеся формы, лимонник китайский в разных условиях растет то как лиана, то как наземный кустарник

ветрах. Они обычны в высокогорьях, тундрах, пустынях.

## Упрощенный вариант классификации растений на экологические группы:

- По степени одревеснения, количеству стволов и высоте – деревья, кустарники, полукустарники, кустарнички, полукустарнички, травы;
- По продолжительности жизни – 1-летние, 2-летние, многолетние
- По количеству цветений и плодоношений – монокарпики и поликарпики
- По типу сброса листвы: листопадные, вечнозеленые, зимнезеленые

Кроме того, по стратегии почвенного и воздушного питания:

- в лесах выделяют группы растений разных ярусов, внеярусные – лианы, эпифиты, эпифиллы,
- на открытых местообитаниях – стланики, подушковидные растения
- в воде – фитопланктон и фитобентос

О классификации на группы по отношению к свету, воде, температуре – рассказано



# Жизненные формы

## ЖИВОТНЫХ

Классификации жизненных форм животных, как и растений, весьма разнообразны и зависят от принципов, которые кладут в их основу.

Животных можно разделять на экологические группы исходя из:

- их **перемещений** – сидячие и подвижные: оседлые, кочующие, мигрирующие; в воде - зоопланктон (в т.ч. плейстон – физалия, янтина, и нейстон – личинки комара), нектон, зообентос; литоральные, абиссальные и пелагические; реофилы и лимнофилы
- по **характеру передвижения** – бегающие, прыгающие, ползающие, роющие, летающие (полет парящий, машущий, планирующий), плавающие
- по **типу местообитаний**: рыбы – морские, пресноводные, проходные, полупроходные; звери – водные, полуводные, подземные (землерои), древесные, лесные, открытых пространств; птицы – лесные, открытых пространств, водно-болотные, морские;
- по **времени активности**: с сумеречной, ночной, дневной активностью
- по **типу пищи и способу ее добычи**: фито-, зоо-, некро-, копро-, детритофаги; фильтраторы, плотоядные засадчики либо рейдеры