



Географические закономерности распространения организмов

Григорий Анатольевич
Прокопов
Кафедра геоэкологии

Исходные данные для биogeографического анализа

- 1. Состав и структура флор и фаун.
- 2. Географические и генетические элементы флор и фаун.
- 3. Принципы выделения флористических и фаунистических царств.

1. Состав и структура флор и фаун

Характеристики флоры (фауны):

Видовой состав

Систематическая структура

Экологический анализ

Происхождение (флоро- и фауногенез)

Видовой состав

- **Инвентаризация** - учёт всех видов растений и животных, произрастающих (обитающих) на территории, флора (фауна) которой избрана в качестве объекта изучения (*материк, остров, государство или его часть, ботанико-географическая область, зоогеографическая область* и т.п.).
- Выяснение общего числа видов и их распределения по различным систематическим единицам.

Показатели богатства флоры (фауны):

- общее число видов,
- коэффициенты богатства (кол-во видов на 1000 км²),
- конкретная флора.

Конкретная флора

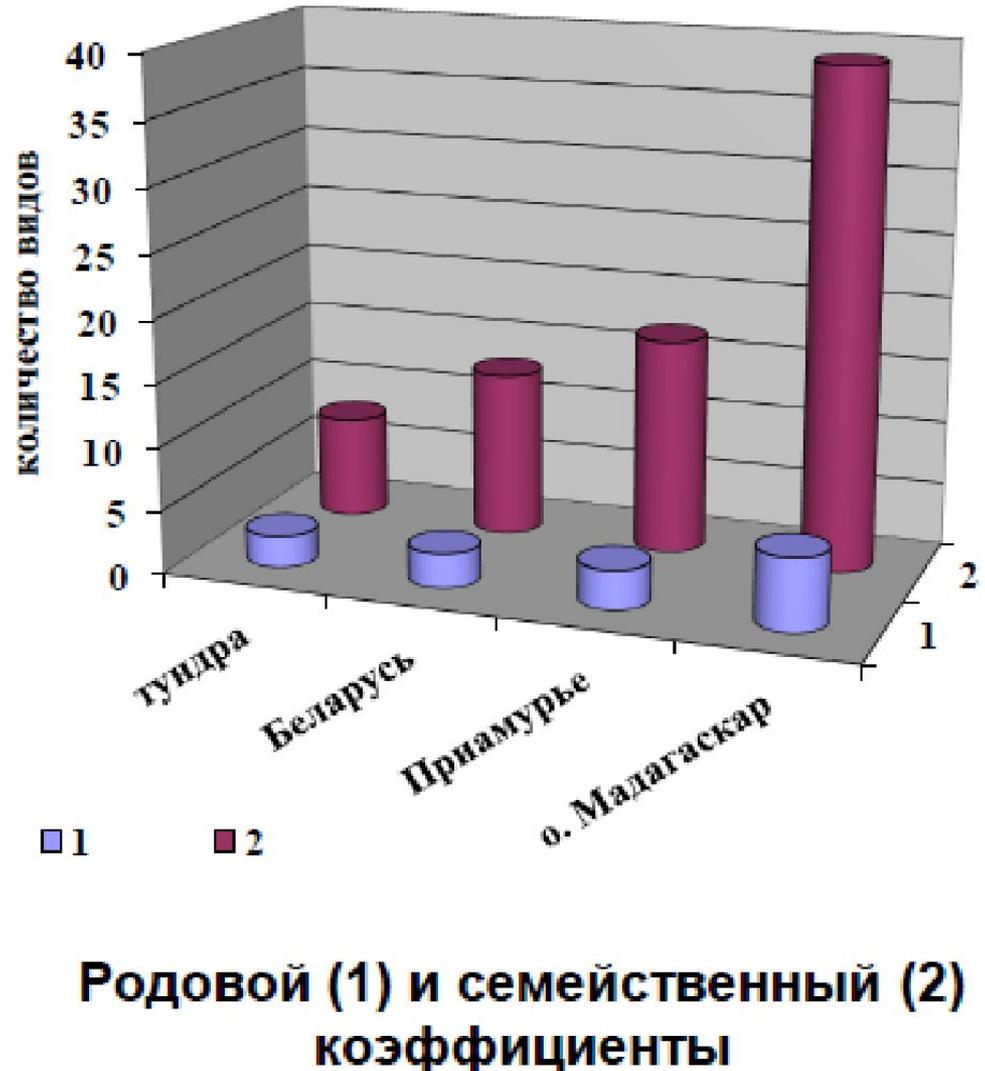
- Александр Иннокентьевич Толмачев в 1974 г. ввел понятие “конкретной флоры” как элементарного флористического выдела субрегионального ранга.
- **Конкретная флора** (элементарная флора) – совокупность видов растений, приуроченная к ограниченной части земной поверхности, целостная в генетическом отношении.
- **Изучение флоры ограниченного по площади (100 км²), но представительного участка (обычно встречается до 95% видов сводной флоры).**

Число видов конкретных флор:

- в высокоарктических районах от 20 до 90–100,
- в таёжной зоне от 450 до 700,
- в зоне широколиственных лесов до 1000,
- на побережье Средиземного моря и в Закавказье – 1300–1500 видов,
- в тропических лесах до 2000 (в некоторых районах Бразилии - 3000).

Систематическая структура

- Общее число таксонов (виды, роды, семейства).
- Число видов, приходящихся на 1 семейство (семейственный коэффициент) или на 1 род (родовой коэффициент).
- Порядок господствующих семейств



Экологический анализ

- Соотношение жизненных форм растений и животных

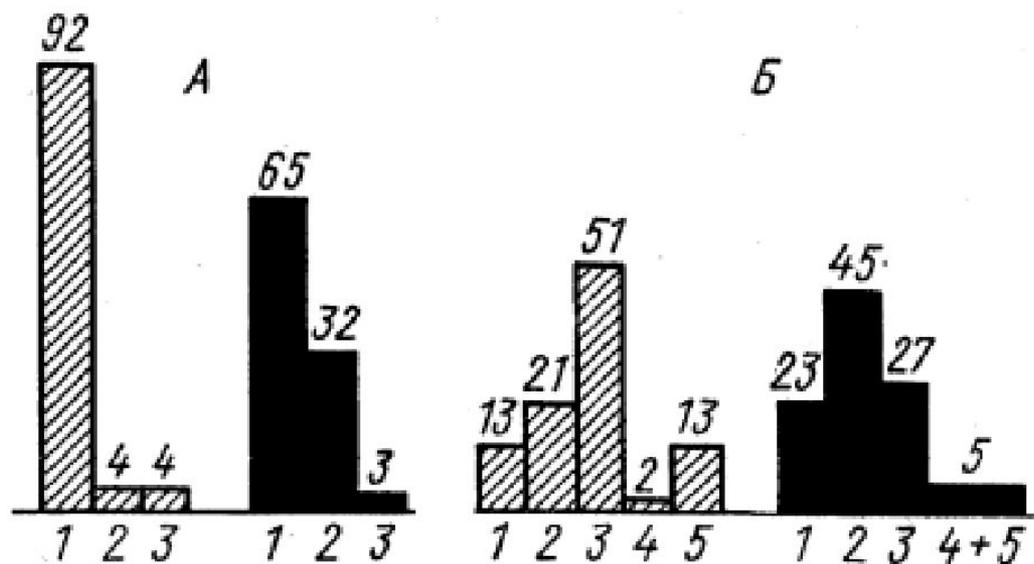


Рисунок 1. Сравнение биологических спектров Раункиера (заштрихованные колонки) и спектров доминирования жизненных форм (по Emberger L., 1966). А — тропический лес (Берег Слоновой Кости); Б — сосновый лес (Франция).

Жизненные формы: 1 — фанерофиты, 2 — хамефиты, 3 — гемикриптофиты, 4 — геофиты, 5 — терофиты. Цифры над колонками — проценты видов во флоре

Флорогенез и фауногенез

- Флорогенез – процесс формирования флоры (объединения разнородных видов в единый сопряженный комплекс).
- Фауногенез - процесс формирования фауны
- Флористический (фаунистический) анализ



Структура флоры



Структура флоры:

- **реликты** – *старше* самого флористического комплекса, не гармонируют с современной средой;
- **древнее ядро флоры** – виды, оставшиеся от старого флористического комплекса, существовавшего до инвазии аллохтона, ядро или *старше* всего комплекса или частично *равновозрастно ему*;
- **миграционные элементы (аллохтон)** – разновозрастны, но *моложе* всего комплекса;
- **автохтонные элементы** – итог видообразования на данном месте, *моложе* всего флористического комплекса, это вторичные, но важнейшие элементы во флоре, т.к. определяют самобытность флоры

Типы флоры

по Андрею Николаевичу Краснову

- Флора каждой территории может быть разделена на три части:

$$F = f_1 + f_2 + f_3; \text{ где}$$

- F – совокупность видов, ныне растущих на данной территории;
- f_1 – не изменившиеся или слабо изменившиеся виды, обитавшие здесь до четвертичного периода;
- f_2 – виды, представляющие собой результат изменения третичных форм под влиянием условий, имевших место на данной территории;
- f_3 – виды, переселившиеся на данную территорию в позднейшую эпоху.

Флоры (по А.Н.Краснову)

реликтовая

- F близко к f_1
- Характерна для Канарских островов, Китая, Японии

трансформационная

- F близко к f_2
- Характерна для Средней Азии

миграционная

- F близко к f_3
- Характерна для Западной Европы

Модели фауногенеза по Эрнсту Майру (1974)

- Автохтонная адаптивная радиация.
- Непрерывная повторяющаяся колонизация пространств из одного источника при неограниченности времени.
- Непрерывная повторяющаяся колонизация пространств из нескольких источников.
- Слияние двух фаун (в результате инвазии иммигрантов на занятое уже сложившейся фауной пространство или при исчезновении барьеров, разделяющих 2 фауны).
- Адаптация к специфическим местообитаниям при колонизациях (модели 1 и 2).

2. Географические и генетические элементы

- **Географические элементы флоры (фауны)** – группы видов со сходными ареалами
- **Генетические элементы флоры (фауны)** – группы видов, связанные единым центром или временем своего происхождения



Палеарктический элемент

- **Арктический** – виды, ареалы которых находятся на Крайнем Севере, в зоне материковых тундр и на арктических островах (дюпонция, песец, обский лемминг, белая сова).
- **Бореальный** – группа видов с ареалами в пределах северных частей лесной зоны (ель, сосна, лиственница, брусника, черника, клест-еловик, клест-сосновик, трехпалый дятел).
- **Неморальный** (среднеевропейский) – группа видов с ареалами в зоне широколиственных лесов (дуб черешчатый, клен остролистый, ясень, граб, бук, славки, обыкновенная овсянка, зяблик, коростель).
- **Понтический** – группа видов южно-русских степей, румынских и венгерских (паннонский) степей (горюха, чистец, желтая скабиоза, степная вишня, ракитник русский, дрофа, степной лушь).

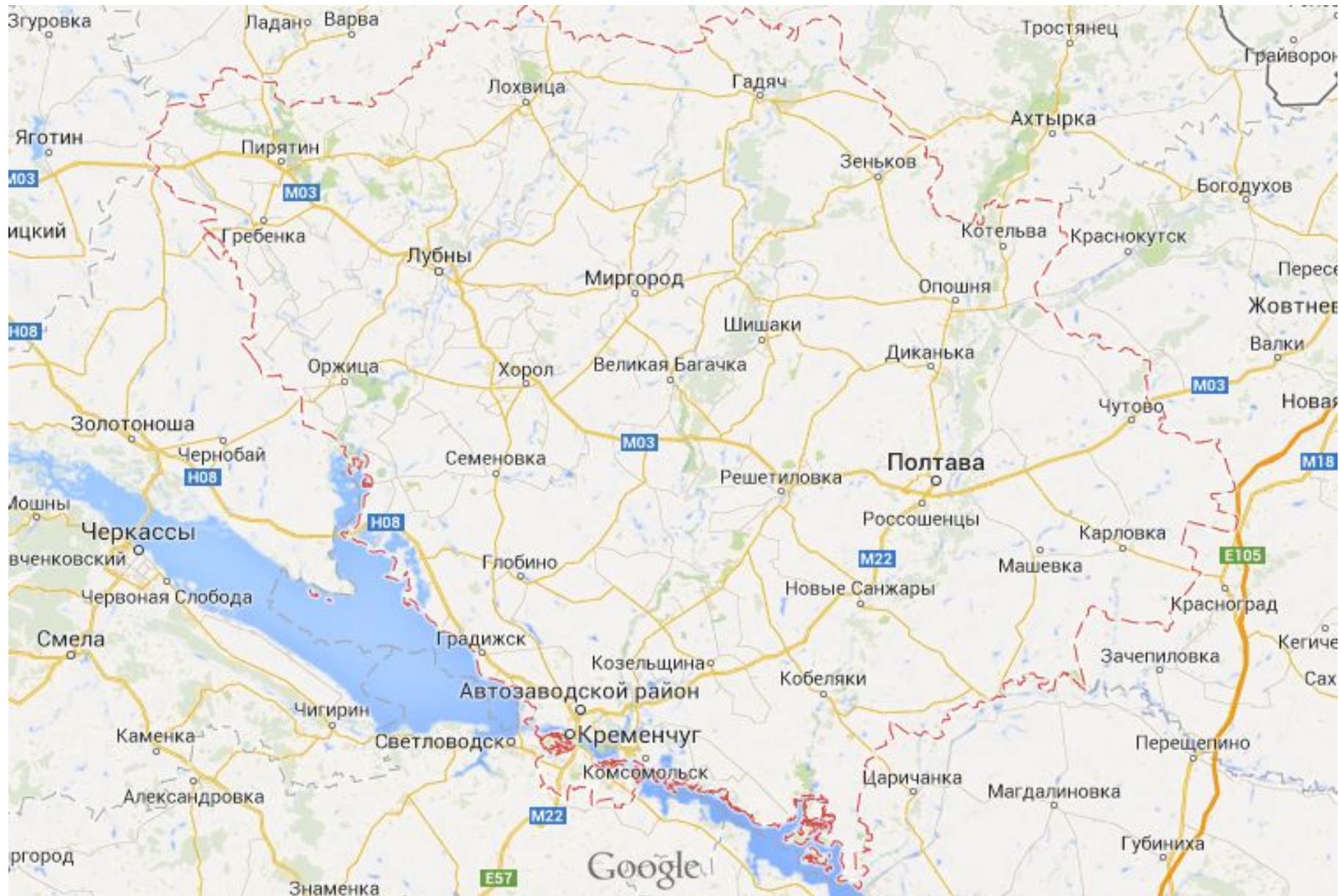
Палеарктический элемент

- **Средиземноморский** – группа видов сухих областей (побережье Средиземного моря, а также побережье Черного моря: в Крыму и на Кавказе) (земляничное дерево, сумах, самшит, олива, сирийский дятел, розовый скворец, авдотка, золотистая щурка, сизый голубь).
- **Понтический** - причерноморский, по преимуществу степной (лапчатка серебристая, коровяк фиолетовый, клевер альпийский).
- **Туранский** - степной и полупустынный, западноказахстанский (железное дерево, саксаул, миндаль, балобан, орел-могильник, стерх).
- **Атлантический** - атлантическое побережье Европы, включая Британские острова (полушник озерный, лобелия Дортмана, жарновец метельчатый, вереск обыкновенный).

Генетические элементы флоры

ПОЛТАВСКАЯ ФЛОРА (по г. Полтава)

- Тропическая и субтропическая флора.
- Существовала в **палеогене** на территории Полтавской фитогеографической области.
- Характеризовалась широким распространением **вечнозеленых** растений: пальма сабаль, магнолии, вечнозеленые дубы и буки, эвкалипты, фикусы, камфорный лавр, хлебное дерево, олеандры, гранаты, болотный кипарис (таксодиум), гинкго, ликвидамбар, тюльпанное дерево и протейные.



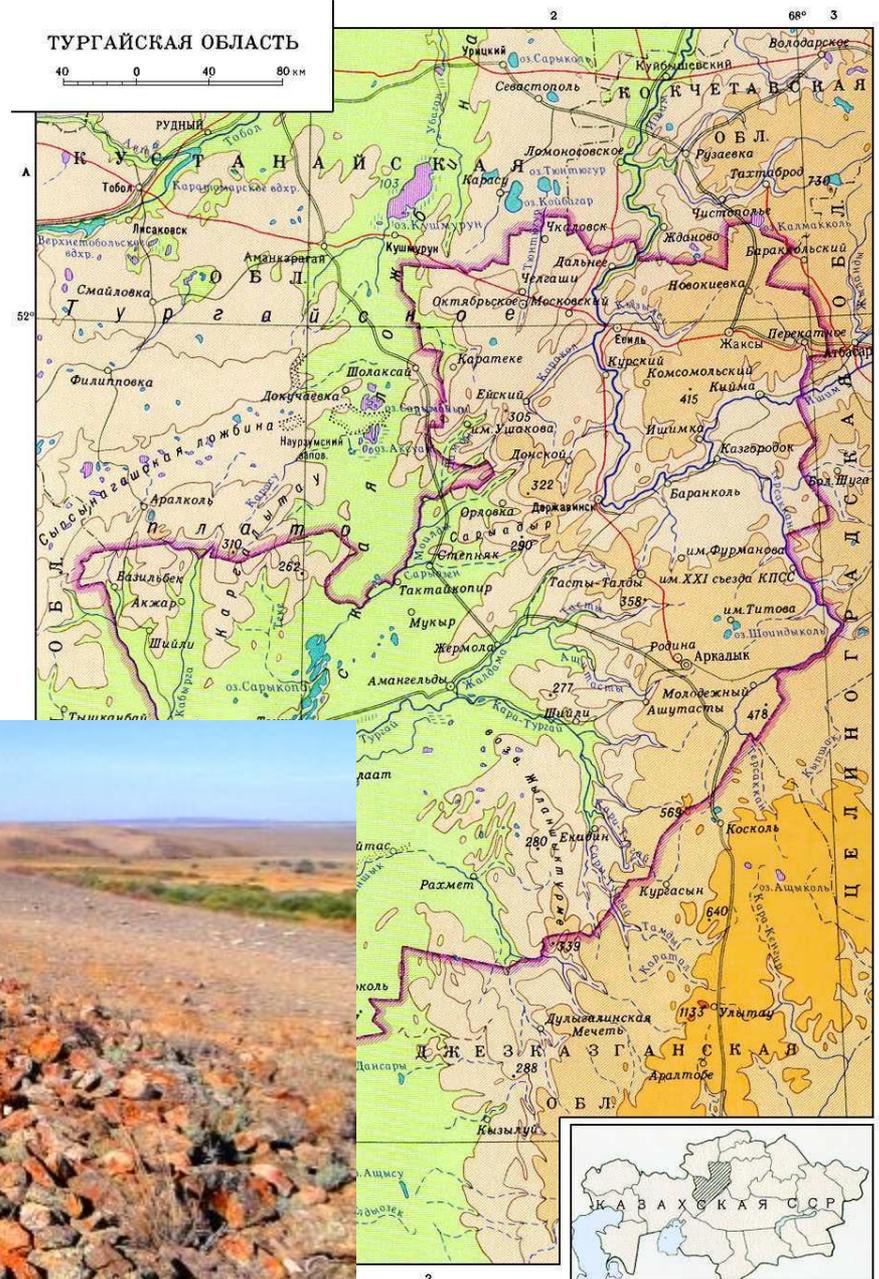
ТУРГАЙСКАЯ ФЛОРА

(по Тургайской обл. в Казахстане)

- Характеризовалась наличием богатых по видовому составу широколиственных листопадных лесов. Типичные представители: метасеквойя и таксодиум (хвойные); каштан, бук, граб, орех, ликвидамбар, береза, ольха и др. (цветковые). Вечнозелеными растениями была бедна.
- Существовала в палеогене в умеренном поясе Евразии (Тургайская палеофлористическая область). В миоцене в Европе постепенно сменила полтавскую вечнозеленую флору.



ТУРГАЙСКАЯ ОБЛАСТЬ



Генетические элементы фауны кайнозоя

ИНДРИКОТЕРИЕВАЯ ФАУНА

Палеоген

АНХИТЕРИЕВАЯ ФАУНА

Неоген

ГИППАРИОНОВАЯ ФАУНА

МАМОНТОВАЯ ФАУНА

Антропоген



ИНДРИКОТЕРИЕВАЯ ФАУНА (тургайская)

комплекс животных, обитавших в умеренной зоне Евразии в среднем олигоцене (около 30 млн. лет назад).

Впервые открыта в 1915 г. в Западном Казахстане (А.А. Борисяк описал в Тургайской ложбине индрикотерия).



индрикотерий

Основные элементы:

Непарнокопытные: индрикотерии, бегающие (гиракодонты) и болотные (аминодонты) носороги, а также тапироиды, халикотерии.

Парнокопытные — нежвачные (энтелодоны и антракотерии), примитивные жвачные — коротконогие и длинноногие оленьки.

Насекомоядные: примитивные ежи и землеройки.

Хищные — креодонты и др.

Грызуны — белкообразные, хомяки, бобры.



АНХИТЕРИЕВАЯ ФАУНА

ассоциация млекопитающих раннего – среднего миоцена Евразии (23-11 млн. лет назад).

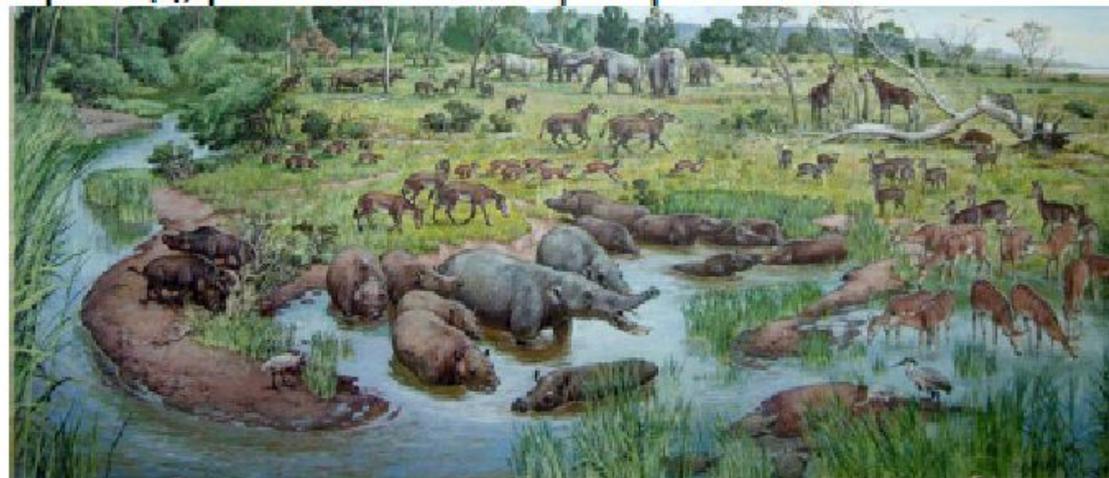
Сменила индрикотериевую фауну.

Названа по роду лошадиных *Anchitherium*.

Главные местонахождения на территориях: Беломечетская (Россия) и Джиланчик (Казахстан).

Развилась в условиях значительного потепления климата и распространения лесных ландшафтов.

Включает анхитериев, носорогов, оленьих, антилоп, кубанохерусов, трубкозубов, мастодонтов, динотериев, плативелодонов, амфиционид, гиеновых, хищников семейства нимравид, различают зайцеобразных и грызунов.



ГИППАРИОНОВАЯ ФАУНА

Неоген



комплекс вымерших млекопитающих, широко распространённый в Евразии (к северу до 50° с. ш.) и С. Африке в верхнем миоцене и в плиоцене (12 -2 млн. лет назад). Названа по роду лошадиных Hipparion.

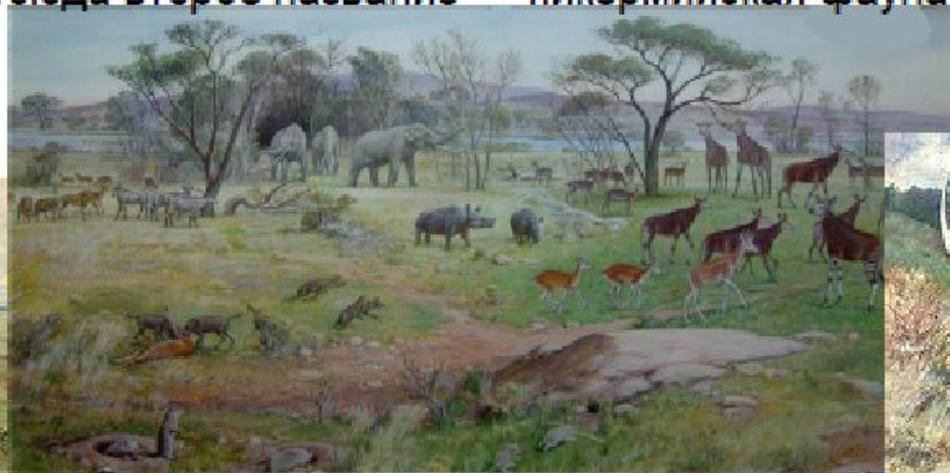
Развитие в раннем неогене Евразии травянистых лесостепей, подобных саваннам современной Африки.

В состав входили различные виды трёхпалых лошадей — гиппарионов, носорогов (ацератерии, хилотерии и др.), мастодонтов, жирафов, антилоп, оленей и др. копытных; хищные — виверры, гиены, куницы, махайроды и др.; грызуны, обезьяны.

В Евразии большинство представителей гиппарионовой фауны в конце неогена вымерли. В Африке и Юж. Азии многие её потомки составили значительную часть современной фауны млекопитающих.

Первое крупное местонахождение было обнаружено в Греции, близ Афин, у деревни Пикерми (отсюда второе название — пикермийская фауна).

гиппарионы

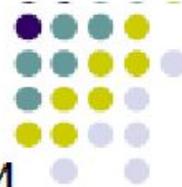


мастодонт



МАМОНТОВАЯ ФАУНА

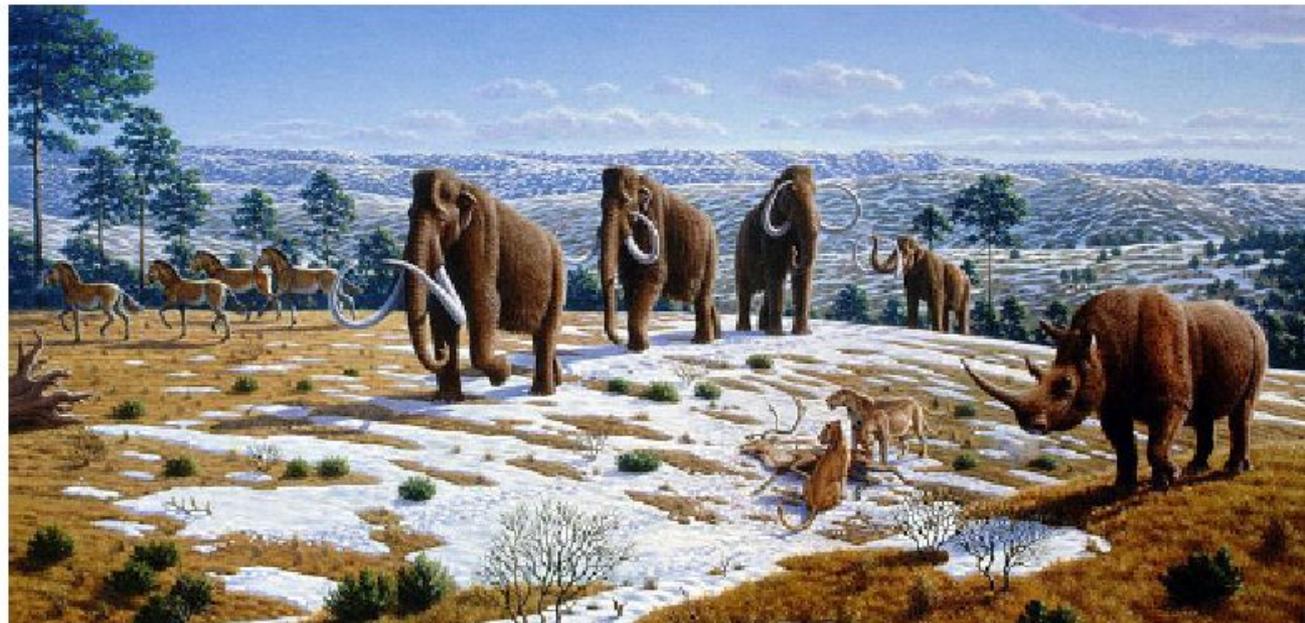
Антропоген



фаунистический комплекс млекопитающих, обитавших в верхнем плейстоцене (70 — 10 тыс. лет назад) во внетропической зоне Евразии и Северной Америки в особых биоценозах — тундростепях.

Состав фауны : мамонт, шерстистый носорог, древние лошади, зубр, тур, овцебык, як, степной зубр, гигантский большерогий олень, благородный и северный олени, верблюд, антилопа сайга, лось, кулан, пещерный медведь, пещерный лев, пещерная гиена, гигантский бегемот, волк, росомаха, песец, сурки, суслики, лемминги, зайцеобразные и др.

Произошла от гиппарионовой фауны.



3. Принципы выделения флористических и фаунистических царств

- Систематические группы должны быть распространенными повсеместно, и поэтому они должны быть достаточно крупными (на уровне класса, а может быть и типа).
- Распространение систематических групп должно быть достаточно хорошо изученным.

Фаунистическое районирование

- деление поверхности Земли на соподчинённые регионы, отличающиеся особенностями фаунистического состава.

Фаунистическое районирование суши предполагает 2 подхода:

- ***фауногенетический*** — главная роль в выделении фаун играют эндемики и реликты;
- ***ландшафтно-зональный*** — изучение животного населения, представители которого связаны общностью местообитания и экологическими отношениями.

- **Зоохороны** - границы между регионами различного таксономического ранга.

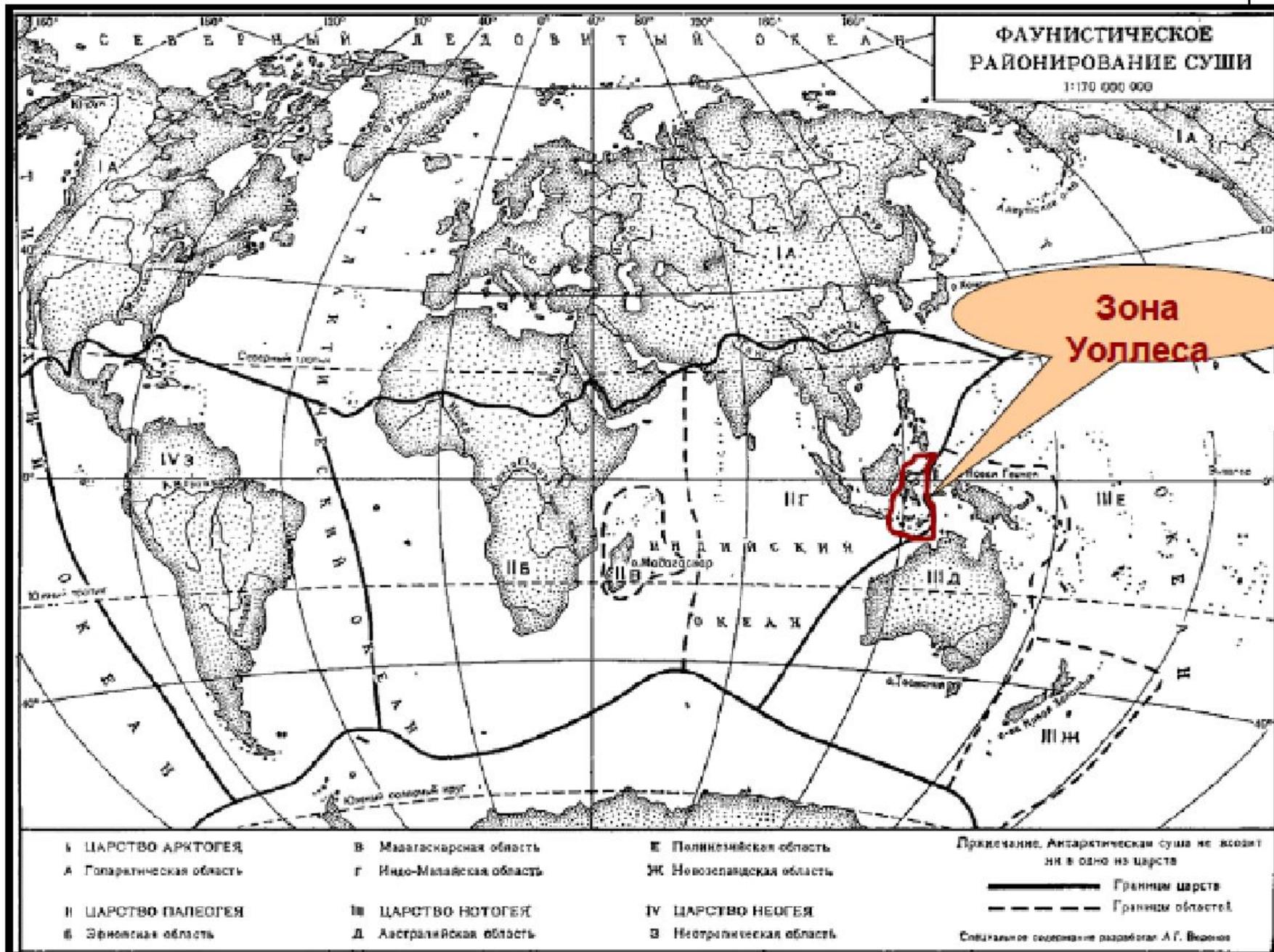
Для картографирования зоохоронов применяется метод **синперат**:

- на карту наносят ареалы возможно большего числа видов,
- полосы сгущения границ ареалов – это **синператы**.

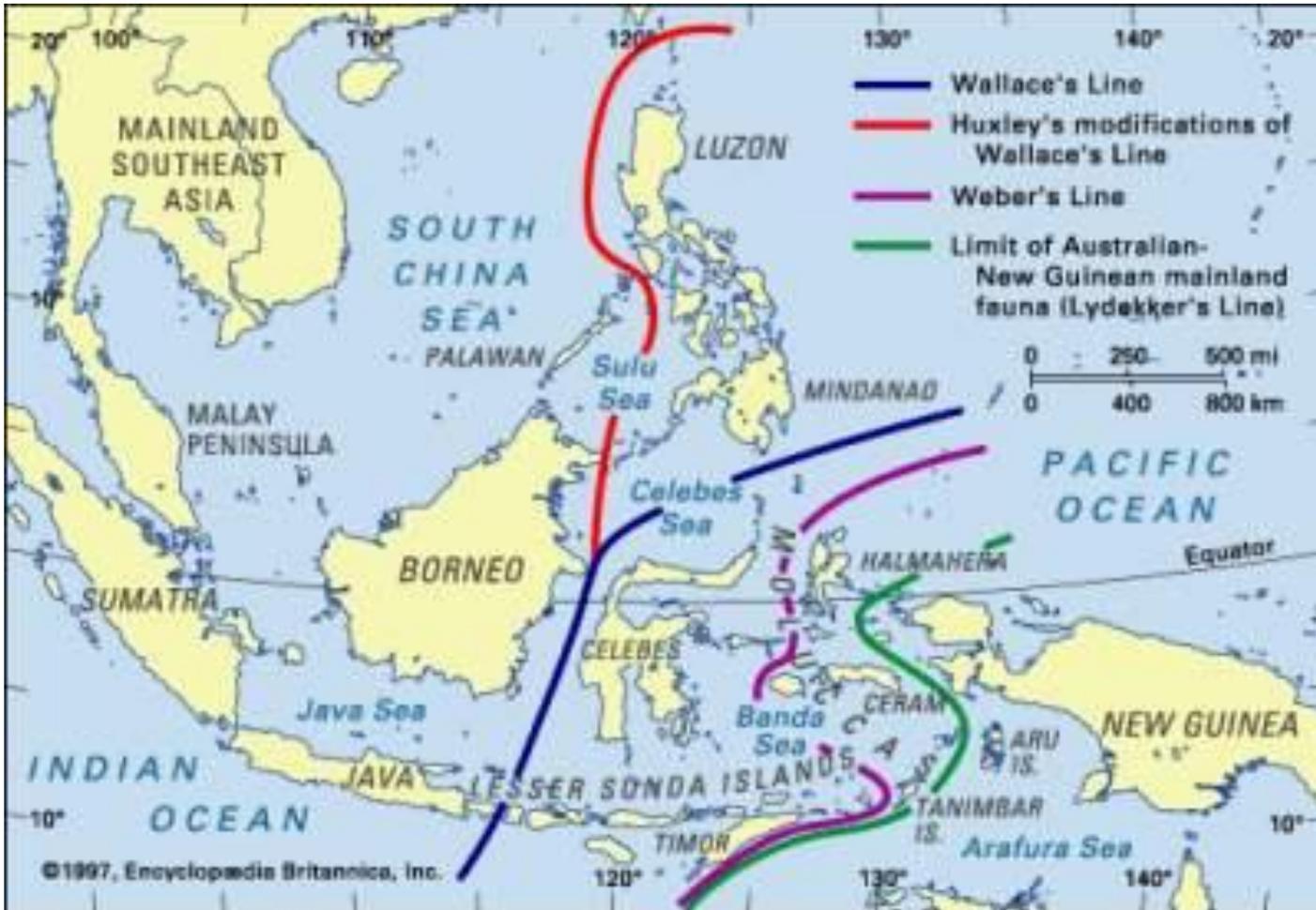
Фауногенетический подход

- Количество эндемичных групп и их ранг
- Фаунистическое районирование суши основывается на позвоночных животных (в первую очередь на млекопитающих, птицах, амфибиях и рептилиях).
- Л.С. Берг (пресноводные рыбы)
- А.П. Семенов-Тянь-Шанский (жесткокрылые)





Границы между Ориентальной и Австралийской фаунистическими областями



Линия Уоллеса (синий цвет),

Линия Вебера (фиолетовый цвет)

Линия Лидеккера (зеленый цвет)

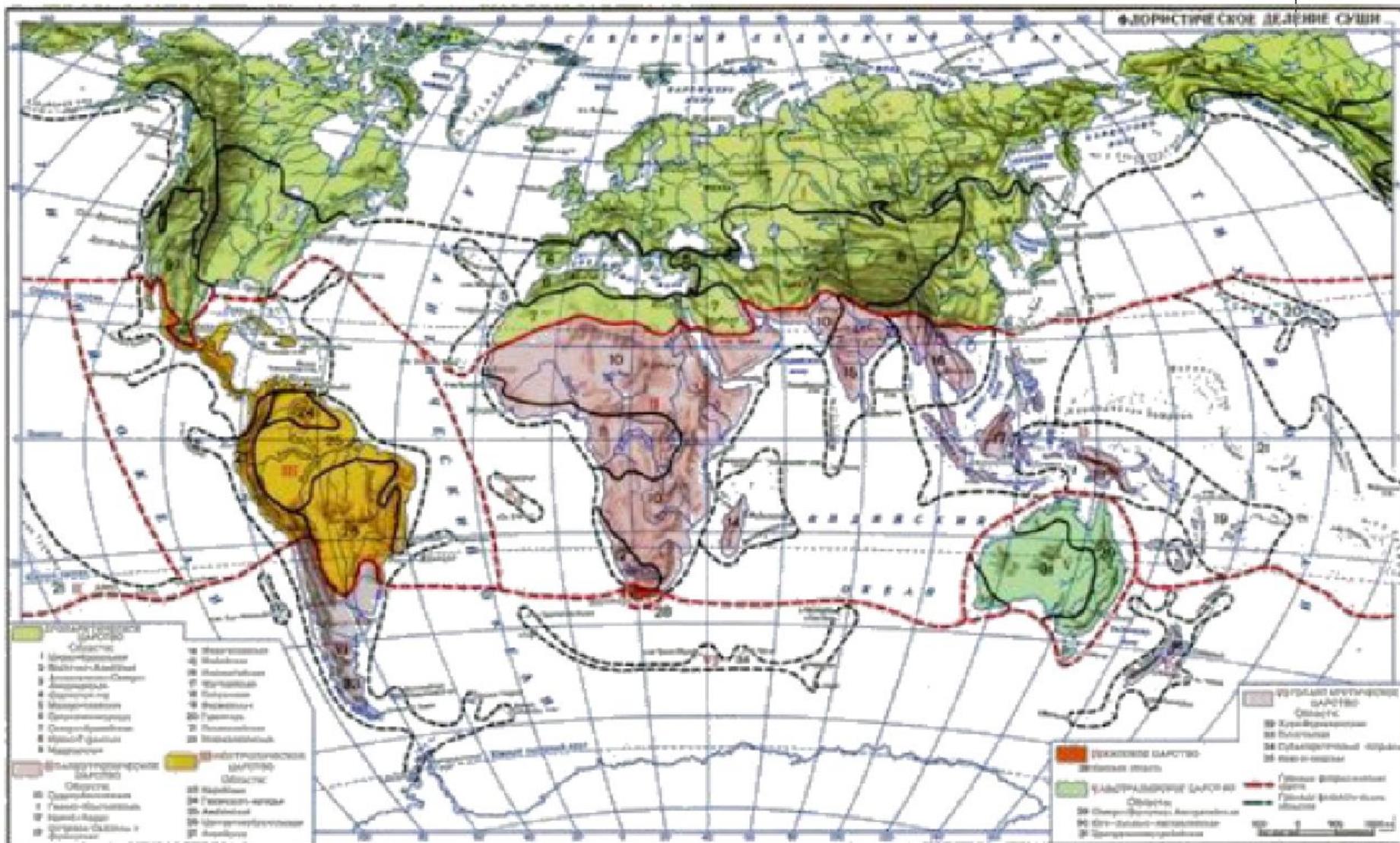
Картинка с сайта <http://www.people.eku.edu/>

Флористическое районирование

- Флорогенетический подход
- Количество эндемичных групп и их ранг
- Модельная группа - цветковые растения



Схема флористического районирования А.Л. Тахтаджяна



Флористическое районирование

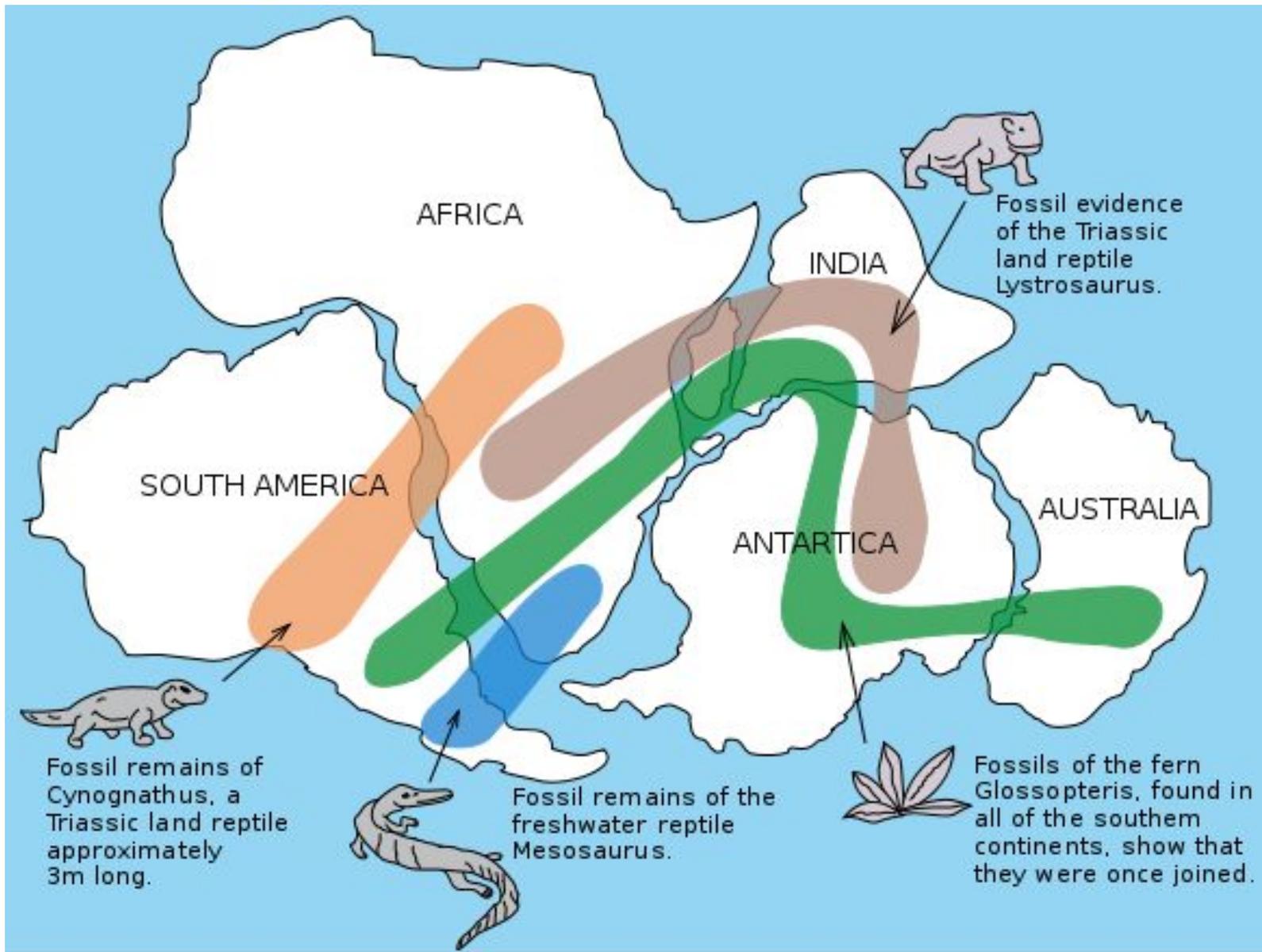
деление поверхности Земли на соподчиненные регионы, отличающиеся особенностями флористического состава

Царства:

- Голарктическое царство
- Палеотропическое царство
- Неотропическое царство
- Австралийское царство
- Капское царство
- Голантарктическое царство

Гипотезы, объясняющие современное распределение организмов на планете:

- Относительно постоянного расположения материков и океанов (фиксизм)
- Пендуляций (автор Генрих Симрот, 1914 г.)
- «Мостов суши»
- Движения литосферных плит (автор Альфред Вегенер, 1920-е гг.)



Йоаким Скоу (Скау) 1823 г.



Один из основоположников географии растений.

- 25 флористических “царств”

Schouw J.F. Grundzüge einer allgemeinen Pflanzengeographie / aus dem Dänisch. übers. vom Verfasser. – Berlin : G. Reimer, 1823. – viii, 524 S.

- В основу флористического районирования земного шара положил наличие эндемичных видов, родов и семейств, а также преобладание определенных таксонов.

Адольф Энглер 1879 г.



5 флористических царств:

- 1) Северное внетропическое с 9 областями и 47 провинциями,
- 2) Палеотропическое с 9 областями и 33 провинциями,
- 3) Центрально- и Южноамериканское с 5 областями и 13 провинциями,
- 4) Южное с 6 областями и 9 провинциями,
- 5) Древнеокеанское [altocceanisches Florenreich] с 3 областями и еще не установленными провинциями.

Людвиг Дильс 1908 г.

6 флористических областей:

1. Голарктическую,
2. Палеотропическую,
3. Неотропическую,
4. Австралийскую,
5. Капскую,
6. Голантарктическую.

Области в свою очередь были разделены на 26 подобластей.

Армен Леонович Тахтаджян 1978 г.



Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. –
Л. : Наука, 1978. – 247 с.

6 царств (34 области, 147 провинций):

- Голарктическое,
- Палеотропическое,
- Неотропическое,
- Австралийское,
- Капское,
- Голантарктическое.



Владыслав Шафер 1952 г.

slin. – Wyd. 2. przerob. –
Warszawa : Państwowe Wydawn. Naukowe, 1952. – 428 str.

Выделил седьмое царство – Средиземноморское
(у Тахтаджяна – область Древнесредиземноморского
подцарства Голарктического царства)



Спорные территории:

- Новая Зеландия
 - у Тахтаджяна – Голантарктическое царство,
 - у Дильса – Палеотропическое,
 - у Шафера – северный остров к одному, южный – к другому;
- Карру-Намибийская область Палеотропиков присоединяется к Капскому царству.



Голарктическое царство, или Голарктика



от греч. *holos* — весь и *arctikos* — северный

- Четко выражена широтная зональность
- Самое большое внутреннее разнообразие флор
- 30 (40) эндемичных семейств
- Типичные семейства («лицо флоры»):
 - ивовые, березовые, ореховые, гречишные, лютиковые, осоковые, злаковые, маревые, буковые, лавровые, магнолиевые, сосновые, кипарисовые.
- Ведущее семейство – астровые (сложноцветные).



Бореальное подцарство

4 области

1. Циркумбореальная область (Евросибирско-Канадская)

Эндемичные роды (не менее 45):

- лунник (Средняя и Юго-Восточная Европа),
- бородиния (Восточная Сибирь),
- городковия (Северо-Восточная Сибирь),
- редовския (Якутия),
- сольданелла (Южная и Средняя Европа),
- астранция (Европа),
- медуница,
- телорез,
- телекия (от Средней Европы до Кавказа),
- сныть,
- чесночник.



лунник



бородиния



городковия



сныть



редовския



сольданелла

2. Восточно-Азиатская, или Японо-Китайская, область



Флора достаточно богата – не менее 20 000 видов. Около 20 (14) эндемичных семейств: **гинкговые, головчатотиссовые, тетрацентровые, эвкоммиевые** и др.



ЭВКОММИЯ



ГИНКГО

Более 300 эндемичных
родов



метасеквойя



микробиота

кетелерия, катая, криптомерия, ложный тисс, аментотисс

3. Атлантическо-Североамериканская область



2 эндемичных семейства — лейтнериевые и гидрастидовые, около 100 эндемичных и почти эндемичных родов



Характерные роды:

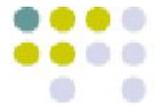
тисс, сосна, таксодиум (хвойные)
магнолия, липа, копытень, кирказон,
воронец, живокость, лютик,
тюльпанное дерево, гравилат,
спирея, береза, орех, крестовник,
конский каштан, золотая розга,
рододендрон, брусника, смородина,
чубушник.

**Флора достаточно богата –
около 10000 видов**



Магнолия

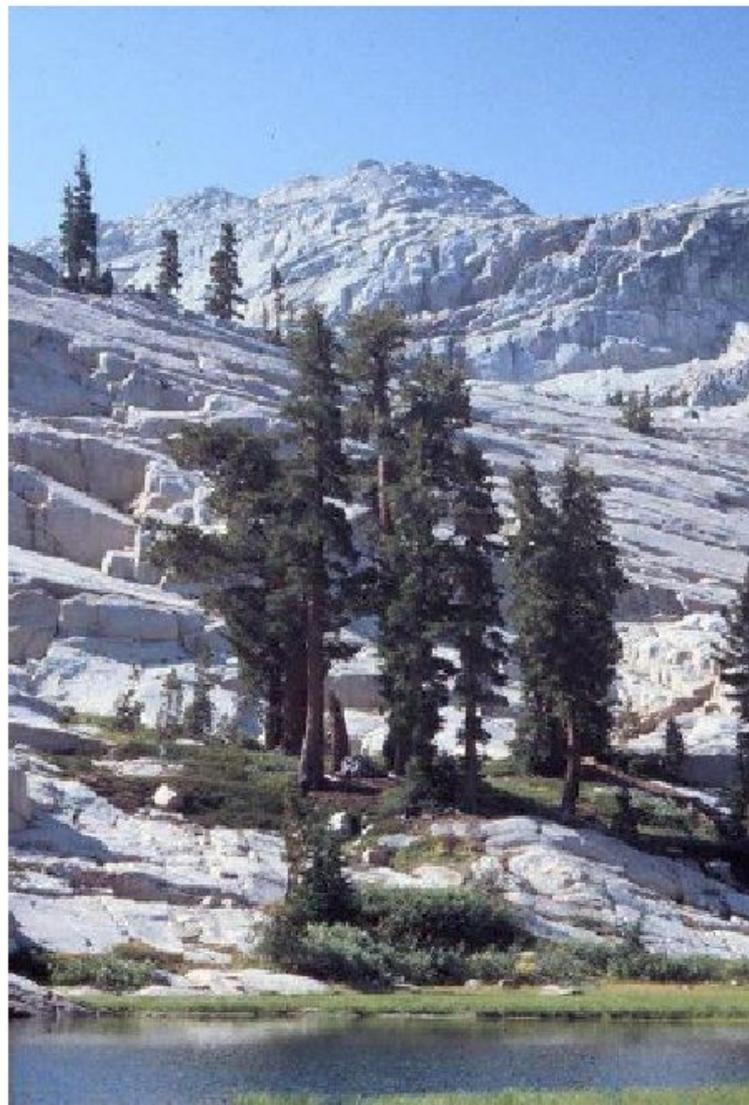
4. Область Скалистых гор



- 1 эндемичное семейство печеночников — **гиротировые**
- Несколько десятков эндемичных родов (**дарлингтония, ванкуверия, станлейя, литофрагма, кордилантус**).
- Наиболее богатые в видовом отношении хвойные леса из тсуг, псевдотсуг, туй, секвой, елей, сосен, тиссов, лиственниц и секвойядендронов (мамонтово дерево)



Тсуга



Древнесредиземноморское подцарство

4 области



1. Макаронезийская область

- около 30 эндемичных родов (40%)
- Примерно 650 эндемичных видов (51%)
- Характерным представителем является драцена (драконово дерево)



Драконово дерево
канарское (*Dracaena draco* L.)

1. Макаронезийская область (эндемичные виды)

- лавр азорский,
- клетра древовидная,
- кустарниковый щавель,
- кустарниковая капуста,
- кустарниковый, древовидный и кактусовый молочай,
- древовидный вереск,
- бузина мадейрская,
- бирючина,
- падуб канарский,
- подорожник (высотой до 1 м),
- сосна канарская



лавр азорский



бирючина



сосна канарская

Древнесредиземноморское подцарство

2. Средиземноморская область

одно эндемичное семейство — **афилантовые**
50% видов эндемики:

- **хамеропс приземистый,**
- **сосна алепская,**
- **пиния,**
- **дуб каменный,**
- **лавр благородный,**
- **земляничное дерево,**
- **олеандр,**
- **мирт,**
- **кипарис**



Сахаро-Аравийская область

- Эндемичных семейств нет, родов мало,
- Видовой эндемизм составляет около 25%: например, нукулария, фредолия, агатофора, мирикария, зилла, омания, фолейол, пальмы дум и феникс
- Флора не очень богата (не более 1500 видов).

Ирано-Туранская область

- высокий родовой эндемизм: акантофиллум, агриофиллум, гамантус, нанофитон, самералия, страгоновия, бунгея, парротия (железное дерево), кумарчик, акация песчаная, дельфиниум, смолевка, лимон, ферула, шалфей, ирис, ковыль, василек, подмаренник, кузиния, эремурус
- видовой эндемизм - около 25%.

Мадреанское, или Сонорское, подцарство

Эндемичные семейства:

- кроссосомовые,
- коеберлиниевые,
- фукьериевые,
- симмондсиевые.



Кроссосома
калифорнийская



Жожоба, симмондсия китайская



Фукьерия макдугали

Родовой эндемизм составляет около 10%:

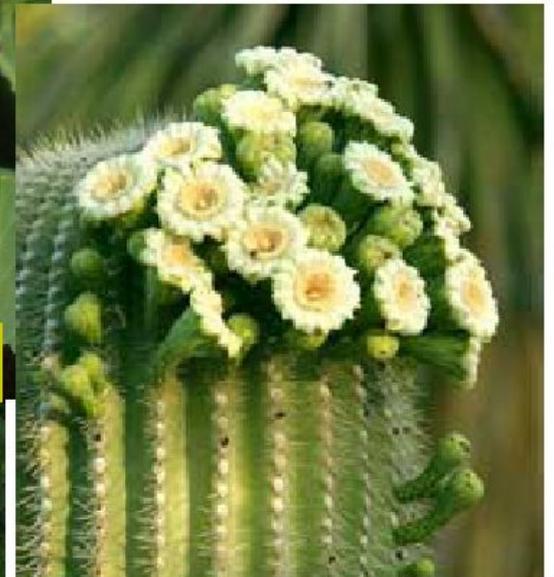
- калифорнийский лавр,
- анемопсис,
- хризолепис,
- ромнея,
- дендромекон,
- карнегия,
- секвойя,
- секвойядендрон

Видовой эндемизм около 40%.



анемопсис

ромнея



карнегия гигантская,
или сагуаро

Секвойя вечнозелёная

Sequoia sempervirens

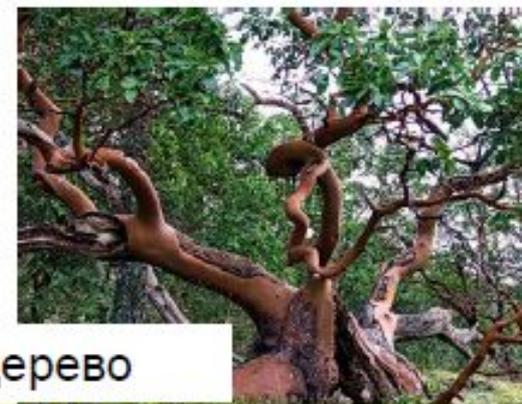


Общие с древнесредиземноморскими роды

багрянник, земляничное дерево, фисташка, можжевельник, кипарис, платан, дуб, тополь, роза, сосна, боярышник, слива, малина, крушина



Багрянник



Земляничное дерево



Неотропическое царство, или Неотропос



5 областей: Карибская, Гвианского нагорья,
Амазонская, Бразильская и Андийская

Очень богатая флора – 86 000 видов (1989г.)

Эндемичные семейства: **бромелиевые**
(ананасовые), агавовые, канновые
и кактусовые



канновые



юкка



маммилярия



Неотропическое царство

- В каждой области множество (от 100 до 500) эндемичных родов
- Семейства с пантропическими ареалами: лавровые, перечные, крапивные, бомбаксовые, молочайные, ризофоровые, протейные, анакардиевые, сапиндовые, арековые,



мальпигиевые



анноновые



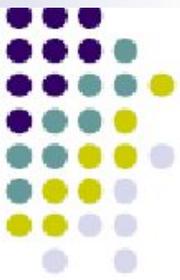
миртовые



орхидные

Палеотропическое царство, или Палеотропос

Подцарства (5)



Африканское

- Гвинео-Конголезская
- Судано-Замбезийская
- Карру-Намиба
- Островов Святой Елены и Вознесения

Мадагаскарское

- Мадагаскарская

Индомалезийское

- Индийская
- Индокитайская
- Малезийская
- Фиджийская,

Полинезийское

- Полинезийская
- Гавайская

Новокаледонское

- Новокаледонская

Области (12)

