

Экология

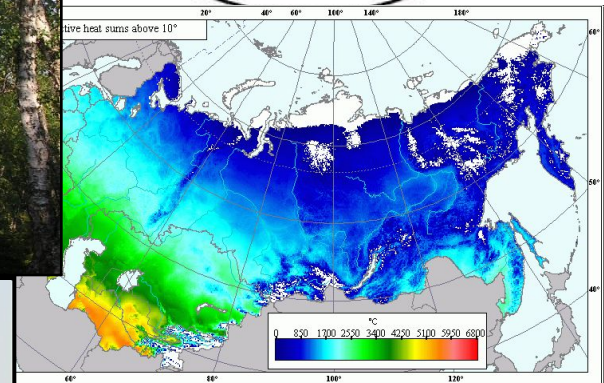
Лекция 8.

Биогеоценоз и экосистема (2)

23.10.2017



Биогеоценоз



Пищевые цепи:

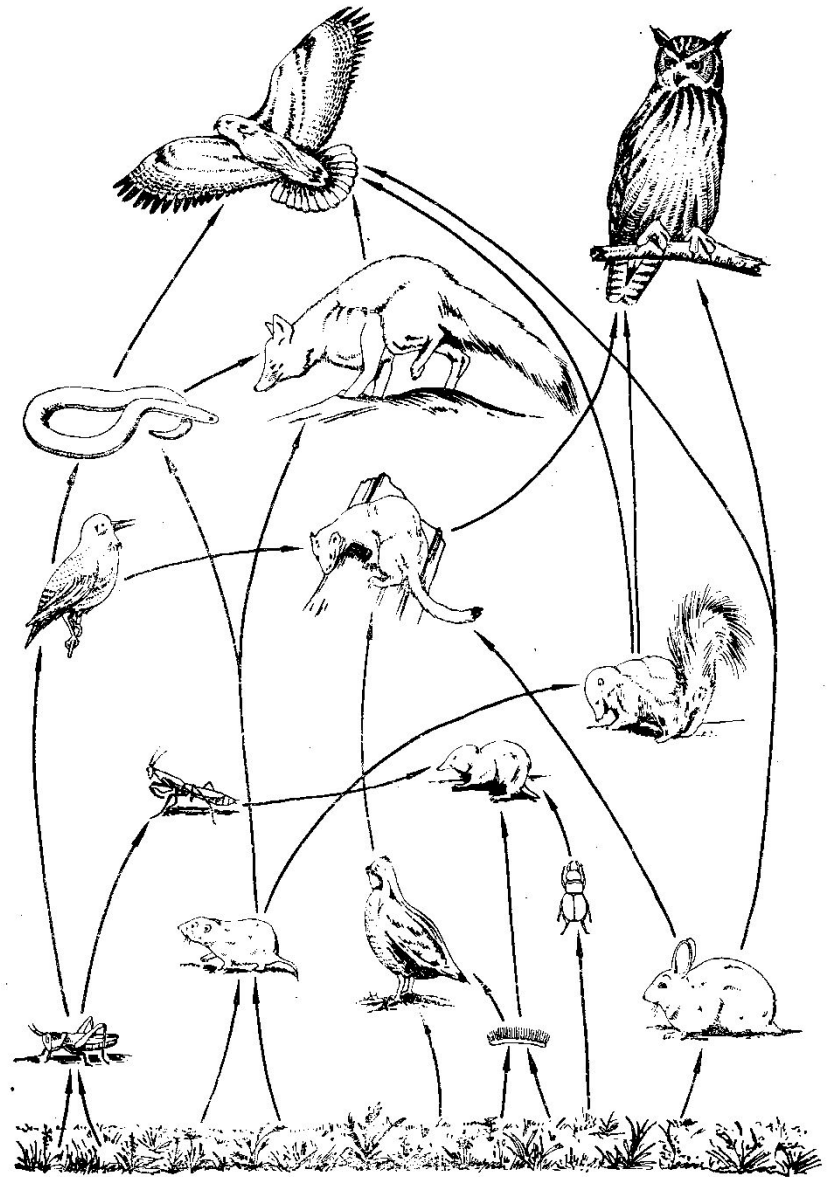
- Перенос энергии пищи от ее источника (растений) через ряд организмов, происходящий путем поедания одних организмов другими, называется ***пищевой цепью***. (Одум,1975).

Пищевые цепи явление очень простое, модельное и в чистом виде существуют только в управляемых человеком или нарушенных сообществах.

В естественных сообществах пищевые цепи тесно переплетены и образуют **пищевые сети.**

Пищевые сети

Важнейшие пищевые цепи американской прерии (по Риклефс, 1978)





Алимов Александр Федорович (род. в 1933 г.)

Академик РАН, доктор биологических наук, профессор.

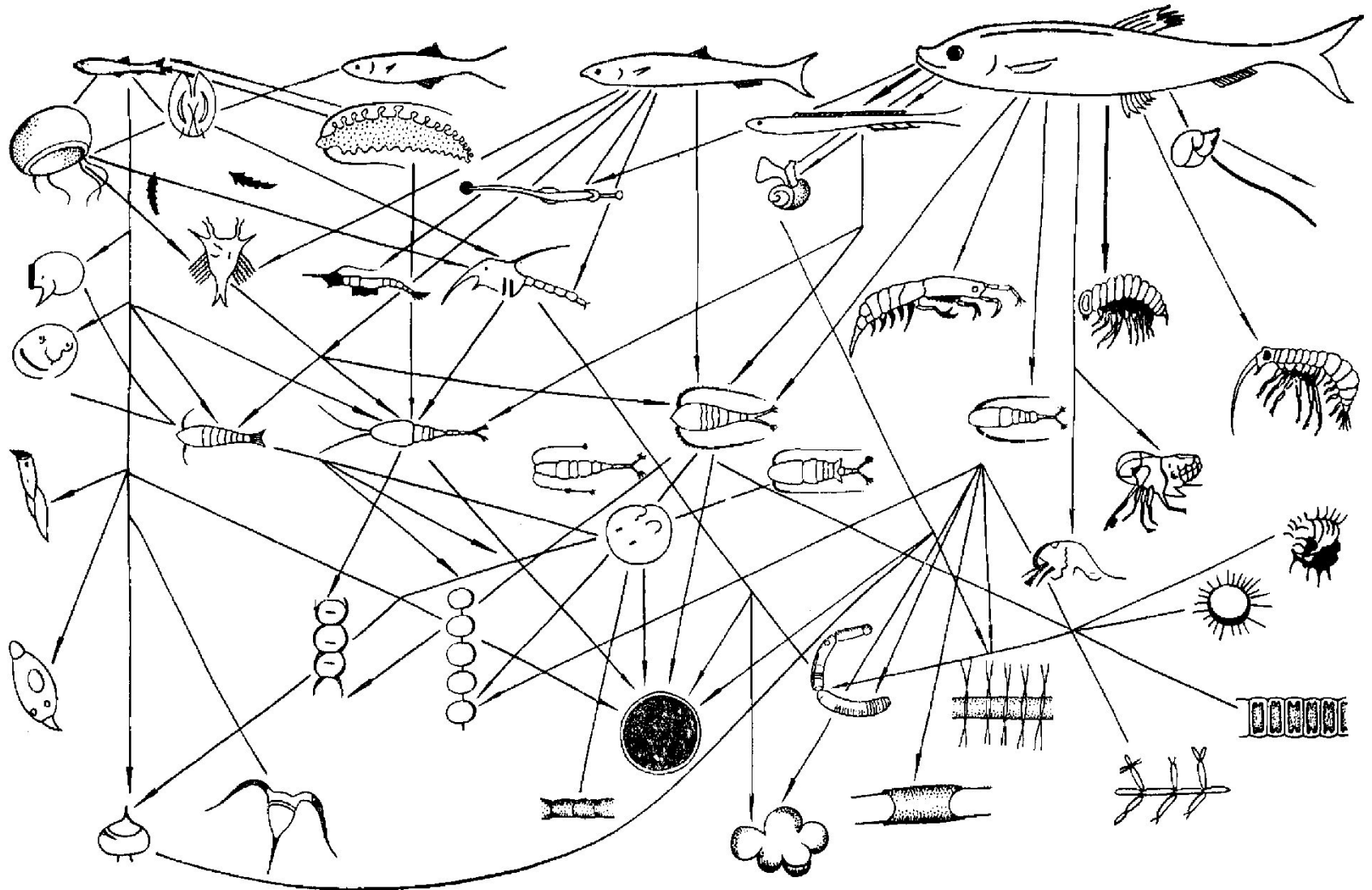
Директор Зоологического института РАН с 1990 по 2006.

Заведующий лабораторией пресноводной и экспериментальной гидробиологии.

Научные интересы:

- экология, продукционная гидробиология,
- структура и функционирование популяций, сообществ, экосистем континентальных водоемов;
- теория функционирования водных экосистем.

Пищевые сети ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНЫХ МОРЕЙ для сельди (*Clupea harengus*) (по: Алимов, 1989)



Экологические пирамиды

Пирамида продуктивности (энергии)

Следствие закона сохранения Энергии

Консументы 3

1

Консументы 2

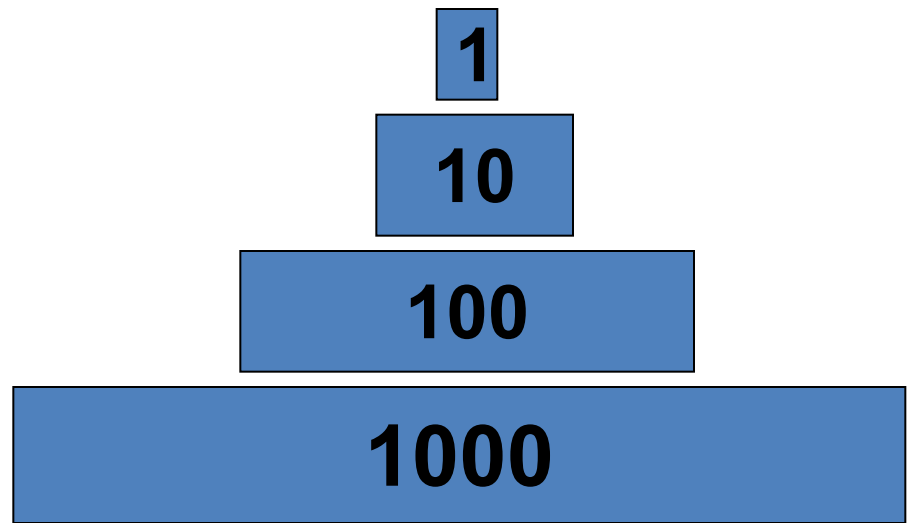
10

Консументы 1

100

Продуценты

1000



- **Концентрирование ядов по пищевой цепи**
- Существуют особые группы веществ, которые слабо разлагаются в биохимических процессах и слабо выводятся из организма. В результате происходит накопление этих веществ по пищевой цепи. Это:
- **пестициды** на основе ДДТ,
- **тяжелые металлы** Hg, Cd, Ni, Pb и др.,
- **долгоживущие радиоактивные изотопы.**
-

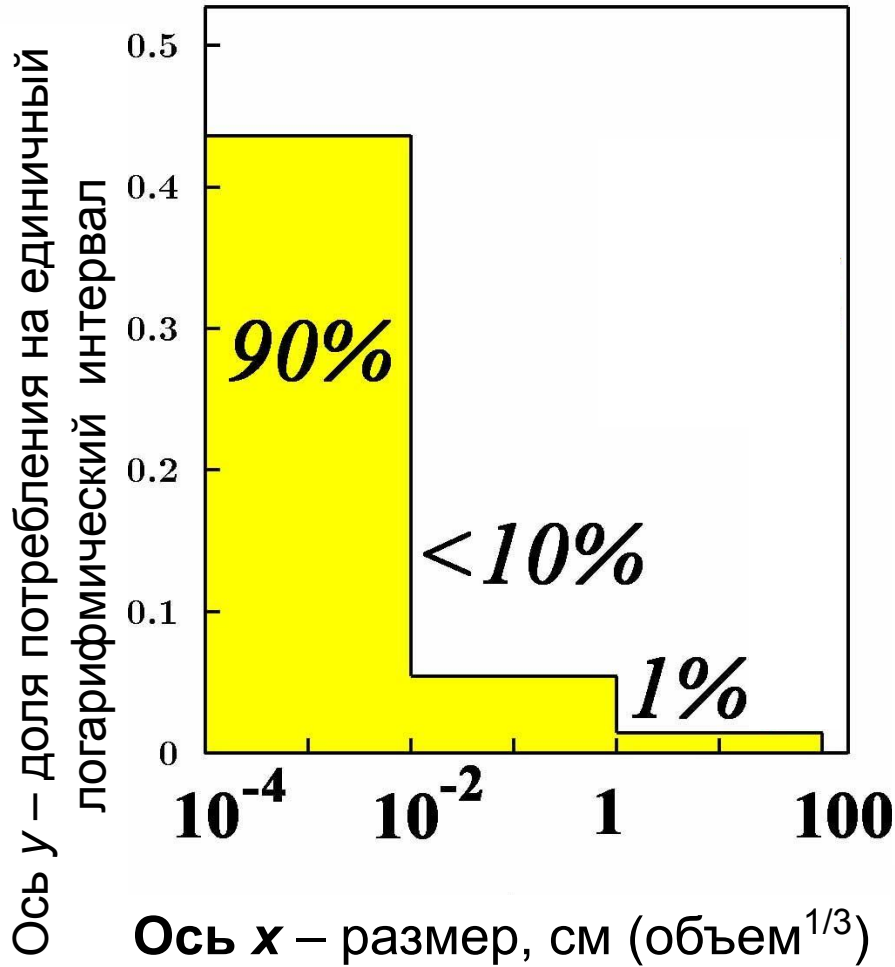
Соотношение	Масса	накопление ядов
Консументы 3	1	1000
Консументы 2	10	100
Консументы 1	100	10
Продуценты	1000	1

Заключение по пищевым цепям и сетям.

- Пищевые цепи и пищевые сети дают очень приближенное и крайне схематичное представление об экосистемах.
- Корректно проанализировать долю потребления тех или иных видов растений и животных консументами 1 и 2-го порядка можно при помощи прямых наблюдений и на основании анализа содержимого желудков и экскретов.
- Однако, основная часть энергетических потоков проходящих на микроскопическом уровне остается за рамками анализа.

Распределение потребления первичной продукции по размерам организмов

(по V.G. Gorshkov et. all., 2000)



В ненарушенных человеком сообществах

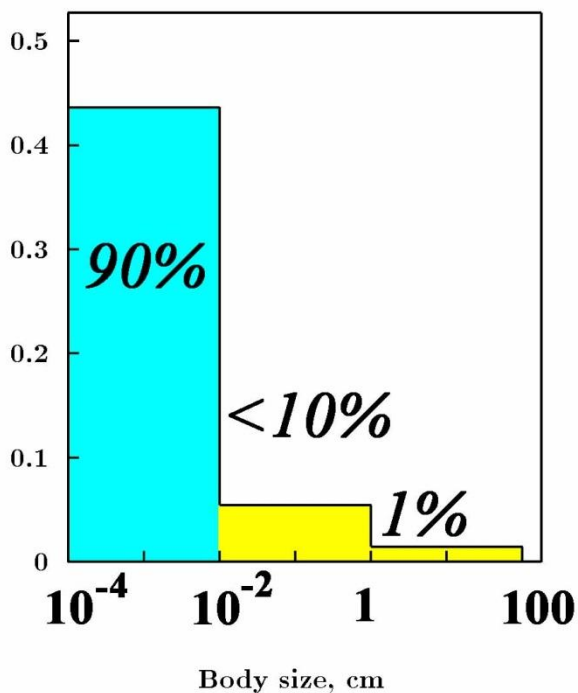
90% первичной продукции потребляют организмы размером 10^{-4} – 10^{-2} см – микроорганизмы – грибы, бактерии, одноклеточный зоопланктон

~10% первичной продукции потребляют организмы размером 10^{-2} – 1 см – насекомые, черви, мелкий планктон.

~1% первичной продукции потребляют организмы размером >1 см – крупный планктон (крыль 1 – 6.5 см), позвоночные в т.ч. млекопитающие

Распределение потребления первичной продукции по размерам организмов

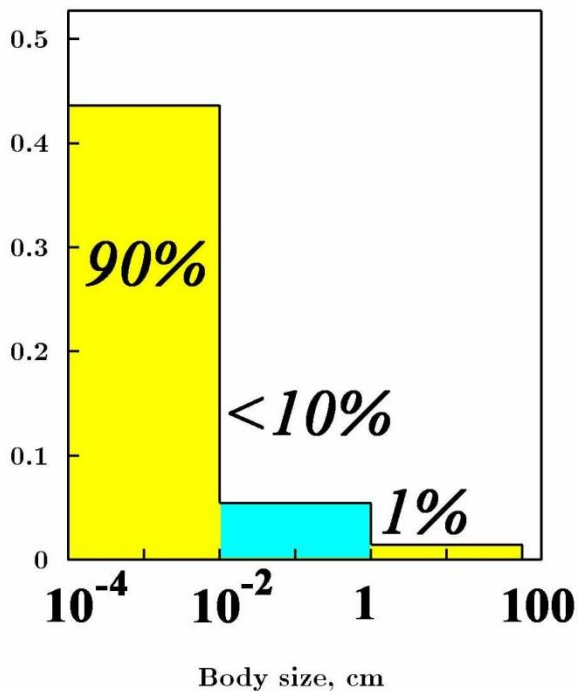
(по V.G. Gorshkov et. all., 2000)



90% первичной продукции потребляют организмы размером 10^{-4} – 10^{-2} см – микроорганизмы – грибы, бактерии, одноклеточный зоопланктон

Распределение потребления первичной продукции по размерам организмов

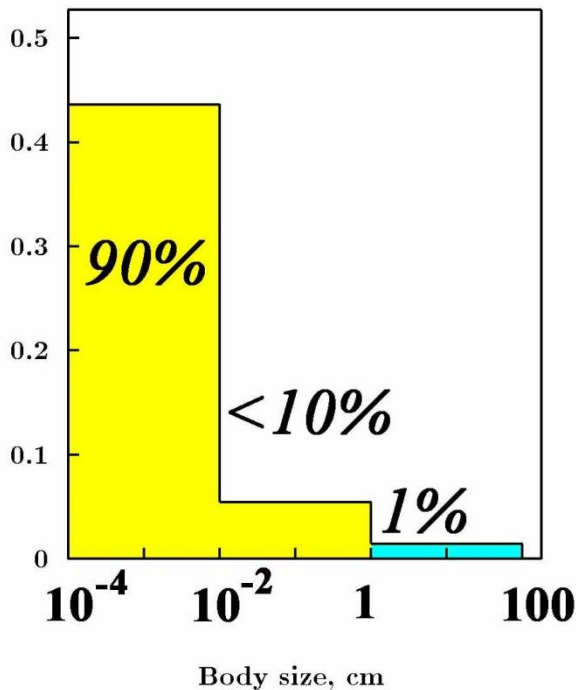
(по V.G. Gorshkov et. al., 2000)



~10% первичной продукции потребляют организмы размером 10^{-2} – 1 см – насекомые, черви, мелкий планктон.

Распределение потребления первичной продукции по размерам организмов

(по V.G. Gorshkov et. all., 2000)

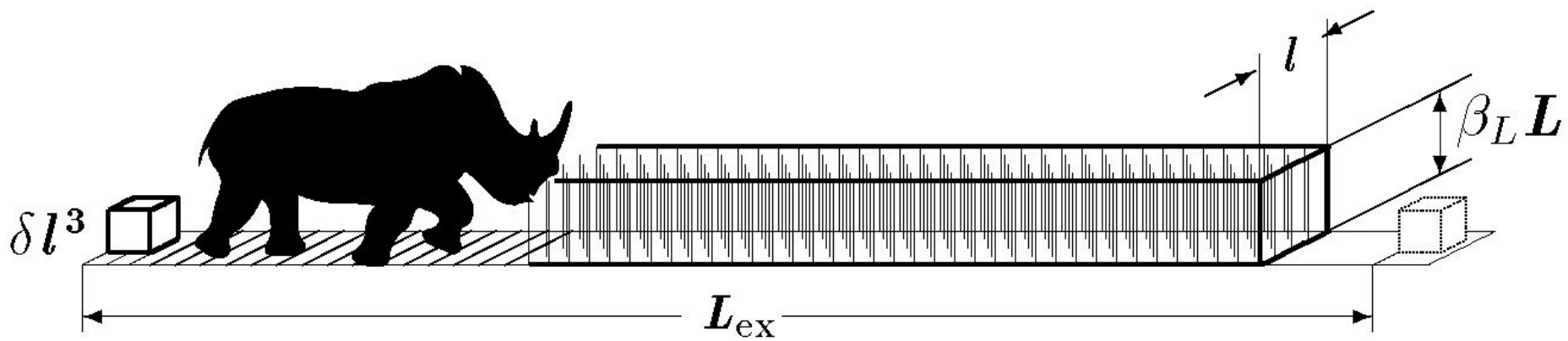


~1% первичной продукции потребляют организмы размером >1 см – крупный планктон (криль 1 – 6.5 см), позвоночные в т.ч. млекопитающие

Почему так?



- Биомасса собирается животными с большой территории, а экскреты, содержащие все биогены, концентрируются в локальных участках.



- Скорость физической диффузии и скорость биологических механизмов перераспределения биогенов из экскретов крупных животных позволяют рассчитать предел потребления крупных животных, составляющий $\sim 1\%$ (по V.G. Gorshkov et. all., 2000)

Если на животных приходится большая доля потребления это приводит к разрушению сообществ.

Примерами являются различные варианты перевыпаса (вплоть до формирования или существенного расширения территорий пустынь на месте исходных саванн и степей).

Многие современные сообщества нарушены в результате перевыпаса.

Место крупных животных в сообществах

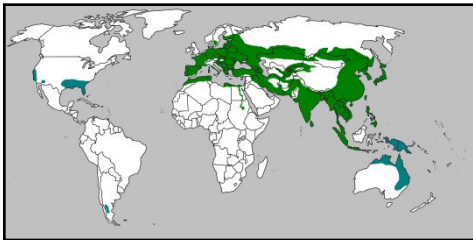
Дуб черешчатый *Quercus robur* L.



http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%F3%E1_%F7%E5%F0%E5%F8%F7%E0%F2%FB%E9

- Ботаника: желудь – семя необходимое для возобновления;
- Экология: желуди – еда для гетеротрофных компонентов экосистемы, использование для возобновления стоит на последнем месте – менее 10^{-6} -- 10^{-8} необходимо для нормального естественного возобновления.

Крупные животные безусловно нужны сообществам, именно поэтому их популяции сообщества поддерживаются – им выращивается еда.



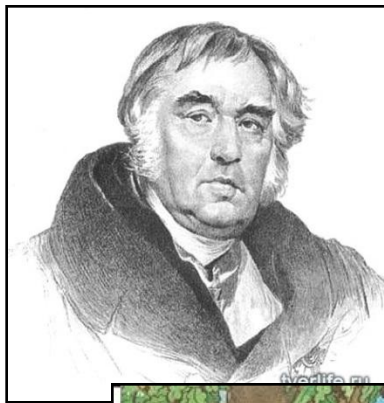
Кабан, *Sus scrofa*



GREENPEACE

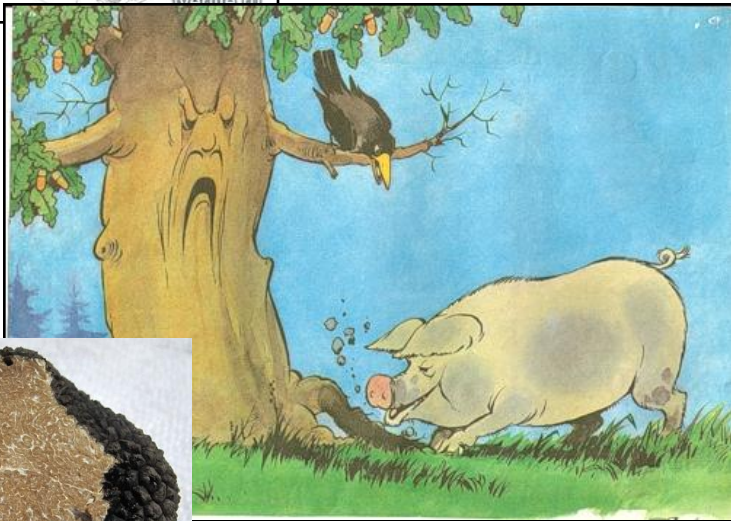
Основная функция крупных животных – создание нарушений (высоких концентраций экскретов, выломанных и вытоптанных участков, пороев...), позволяющих в климаксовых сообществах поддерживать весь пул видов ранних стадий сукцессий.

- Африканский лесной слон может до 20—30 лет поддерживать поляны (с набором раннесукцессионных видов) без его участия зарастающих в течение 2—3 лет.



Иван Андреевич Крылов

[1769 (по др. данным, 1768) — 1844]



Tuber aestivum (Трюфель летний)
Микоризообразователь с различными деревьями,
растет в смешанных и лиственных лесах
на известковых почвах,
обычно под корнями дуба, бука, граба, берёзы.

Плодовые тела подземные

Трюфели ищут в диких рощах при помощи специально обученных поисковых собак и свиней

- Свинья под Дубом вековым
Наелась желудей досыта, до отвала;
Наевшись, выпалась под ним;
Потом, глаза продравши, встала
И рылом подрывать у Дуба корни стала.
- "Ведь это дереву вредит, -
Ей с Дубу Ворон говорит, -
Коль корни обнажишь, оно засохнуть может".
- "Пусть сохнет, - говорит Свинья, -
Ничуть меня то не тревожит,
В нем проку мало вижу я;
Хоть век его не будь, ничуть не пожалею;
Лишь были б желуди: ведь я от них жирею". –
- "Неблагодарная! - примолвил Дуб ей тут, -
Когда бы вверх могла поднять ты рыло,
Тебе бы видно было,
Что эти желуди на мне растут".
- Невежда так же в ослепленье
Бранит науку и ученье
И все ученые труды,
Не чувствуя, что он вкушает их плоды

Ареал дуба



http://ru.wikipedia.org/wiki/%C4%F3%E1_%F7%E5%F0%E5%F8%F7%E0%F2%FB%E9

- Ареал кабана



■ Реконструкция естественного ареала кабана.

■ Акклиматизированные человеком популяции.

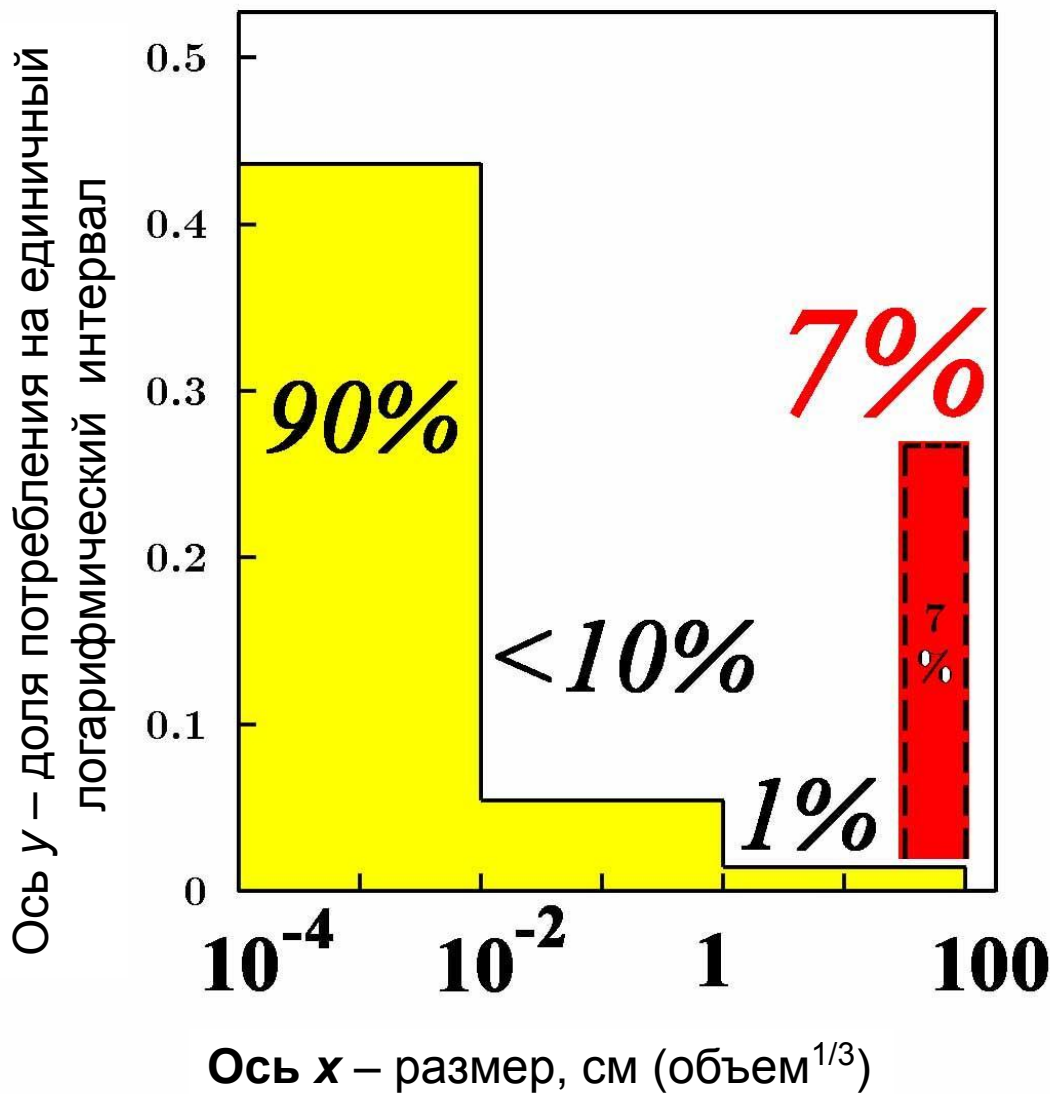
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%CA%E0%E1%E0%ED>

- Необходимо отметить, что доля потребления крупных организмов на суше существенно меняется в процессе восстановительной динамики сообществ.
- На ранних этапах восстановления (давность нарушения $\sim 5 - 50$ лет) численность животных и доля их потребления в ~ 10 раз выше, чем в стационарных (климаксовых) сообществах (с давностью нарушения более 150 лет).

- В современное время ЧЕЛОВЕК полностью занял нишу крупных (>1см) организмов и почти полностью – нишу организмов размером 10^{-2} – 1 см.

Распределение потребления первичной продукции по размерам организмов

(по V.G. Gorshkov et. all., 2000)

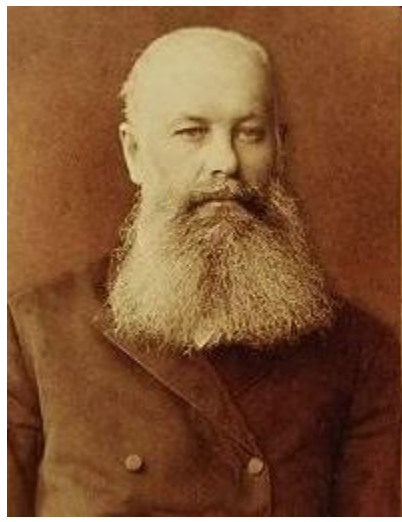


Ненарушенная биота (желтый цвет)

Доля потребления человека (красный цвет)

Биогеоценоз

- Одно из главных количественно подтвержденных явлений было соответствие типов растительных сообществ определенным типам местообитаний.
- Это было показано многочисленными исследователями как на примере разных географических зон, так и в пределах конкретных регионов.



Василий Васильевич Докучаев

1846 –1903

**основатель современного
почвоведения**

"К учению о зонах природы.

*Горизонтальные и вертикальные
почвенные зоны"* (1899), учение о

«естественно-исторических зонах», где
были сформулированы основные задачи
земледелия для различных зон.



Георгий Федорович Морозов

1867 –1920

один из основателей
современного лесоведения

Морозов, Георгий Федорович *Учение о лесе*

Издательство: М.: Гослесбумиздат; Издание 7-е; 455 с.; 1949 г.

Единое и цельное учение Единое и цельное учение Морозова о лесе Единое и цельное учение Морозова о лесе как биogeоценоотическом, географическом и историческом явлении показало сложную взаимосвязь живых и косных КОМПОНЕНТОВ Единое и цельное учение Морозова о лесе как биogeоценоотическом, географическом и историческом явлении показало сложную взаимосвязь живых и косных компонентов леса, образующих единый природный комплекс Единое и цельное учение Морозова о лесе как биogeоценоотическом, географическом и историческом явлении показало сложную взаимосвязь живых и косных компонентов леса,

*Профессор Г.Ф. Морозов со студентами
на учебной практике в Лисинском лесничестве, 1903 г.*

Фотография с сайта <http://www.roslesinforg.ru/about/history>



Проф. М. М. Орловъ.

ОБЩІЯ ОСНОВАНІЯ
ОРГАНИЗАЦІИ
ЛѢСНОГО ХОЗЯЙСТВА.

Составили по лекціямъ 190 $\frac{1}{2}$ года студенты IV курса
К. Рабцевичъ и Е. Осетровъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Издание П. Ф. Лобза.
1903.



Профессор Михаил Михайлович Орлов
1867—1932, зав. Каф. Лесной таксации
1901--1932

Фотография с сайта <http://www.roslesinforg.ru/about/history>

Лѣсное хозяйство есть дѣятельность человека, приложенная къ лѣсу и направленная на постоянное и наивыгоднѣйшее пользованіе лѣсомъ.

Лѣсъ есть пространство, покрытое деревьями, растущими въ сообществѣ. (По опредѣленію Даля, лѣсъ есть пространство, покрытое растущими и рослыми деревьями.) При этомъ жизнь изолированно растущаго дерева настолько глубоко различается отъ жизни дерева въ сообществѣ съ другими, что лѣсоводы справедливо видятъ въ лѣсѣ какъ бы сложный организмъ, въ которомъ проявляется какъ взаимное вліяніе деревьевъ другъ на друга, такъ и на занятую ими почву и атмосферу. Лѣсъ не представляетъ собою обыкновенно однороднаго цѣлага, а распадается на множество участковъ отличныхъ другъ отъ друга. Такіе

Понятіе о лѣсѣ и о лѣсной дачѣ.

...При этомъ жизнь изолированно растущаго дерева настолько глубоко отличается отъ жизни дерева в сообществе с другими, что лесоводы справедливо видят в лесе как бы сложный организм, в котором проявляется как взаимное влияние деревьев друг на друга, так и на занятую ими почву и атмосферу.

Лѣсное хозяйство есть дѣятельность человека, приложенная къ лѣсу и направленная на постоянное и наивыгоднѣйшее пользованіе лѣсомъ.

Понятіе о лѣсѣ и о лѣсной дачѣ.

Лѣсъ есть пространство, покрытое деревьями, растущими въ сообществѣ. (По опредѣленію Даля, лѣсъ есть пространство, покрытое растущими и рослыми деревьями.) При этомъ жизнь изолированно растущаго дерева настолько глубоко различается отъ жизни дерева въ сообществѣ съ другими, что лѣсоводы справедливо видятъ въ лѣсѣ какъ бы сложный организмъ, въ которомъ проявляется какъ взаимное вліяніе деревьевъ другъ на друга, такъ и на занятую ими почву и атмосферу. Лѣсъ не представляетъ собою обыкновенно однороднаго цѣлаго, а распадается на множество участковъ отличныхъ другъ отъ друга. Такіе участки лѣса однородны въ себѣ и отличны отъ другихъ соеѣдненныхъ носятъ названіе **насажденій**.

Составили по лекціямъ 190^{1/2} года студенты IV курса

К. Рабцевичъ и Е. Осетровъ.

Составили по лекціямъ 190^{1/2} года студенты IV курса

К. Рабцевичъ и Е. Осетровъ.

А.А. Крюденер



**ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИЙ
ТИПОВ НАСАЖДЕНИЙ**

Баронъ Крюденеръ.

**ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦІИ
ТИПОВЪ НАСАЖДЕНІЙ**

И
ИХЪ НАРОДОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНІЕ

ВЪ ОБИХОДЪ СТРАНЫ.

Часть II (продолженіе).

ПЕТРОГРАДЪ.
Типографія Главнаго Управленія Удѣловъ, Моховая, 40.
1917.



- **Крюденер Артур Артурович** (1869-1951), лесовод-практик, создатель единой систематизации типов насаждений европейской части Рф-ии, родоначальник инженерной биологии, эколог.

Кончил С.-Петербургский лесной институт (1894). Трудился таксатором, лесничим Петербургского удельного округа, руководил составлением первых российских таблиц основных древесных пород. Автор 10 монографий, среди которых два тома воспоминаний о Рф-ии «Бескрайние просторы» (1927 Т. 1, 1939 - Т. II). Главнейший труд Крюденера Артура Артуровича - «Основы классификации типов насаждений и их народно-хозяйственное значение в обиходе страны» (1916), в котором приведена систематизация и описание лесов Европейской Рф-ии. В 1951 г. вышла монография Крюденера Артура Артуровича «Инженерная биология». Всего им опубликовано 150 работ.

Формулированіе понятія Итакъ, изъ вышеизложеннаго
о типѣ насажденій. будетъ ясно, что лѣсоводъ пони-
маетъ подъ типомъ насажденія: извѣстно расти-
тельное сообщество, образовавшееся при
данномъ климатѣ, при извѣстныхъ поч-
венно-грунтовыхъ условіяхъ и носящее,
безъ вмѣшательства челоуѣка, болѣе или
менѣе константный преемственный характеръ.



Сукачѳв Владимир Николаевич (1880 – 1967)

профессор,
Академик РАН
Лесоведение
Фитоценология
Биогеоценология

[1919](#)1919—[1941](#)1919—1941 основатель и заведующий кафедрой [дендрологии](#)1919—1941 основатель и заведующий кафедрой дендрологии и [систематики](#)1919—1941 основатель и заведующий кафедрой дендрологии и систематики растений [Лесного института](#)1919—1941 основатель и заведующий кафедрой дендрологии и систематики растений Лесного института в [Петрограде \(Ленинграде\)](#).

1941—1943 заведовал кафедрой [биологических наук](#)1941—1943 заведовал кафедрой биологических наук [Уральского лесотехнического института](#)1941—1943 заведовал кафедрой биологических наук Уральского лесотехнического института в [Свердловске](#).

В системе Академии наук СССР организовал:

[Институт леса](#)Институт леса ([1944](#)Институт леса (1944, ныне [Институт леса и древесины](#)Институт леса (1944, ныне Институт леса и древесины [Сибирского](#)

Определение биогеоценоза

(Сукачев, Дылис, 1964.)

- Биогеоценоз – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющих свою особую специфику взаимодействий этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и с другими явлениями природы и представляющее собой внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии.

биогеоценоз – особая группа
экосистем суши в
математическом смысле –
особое подмножество
множества экосистем

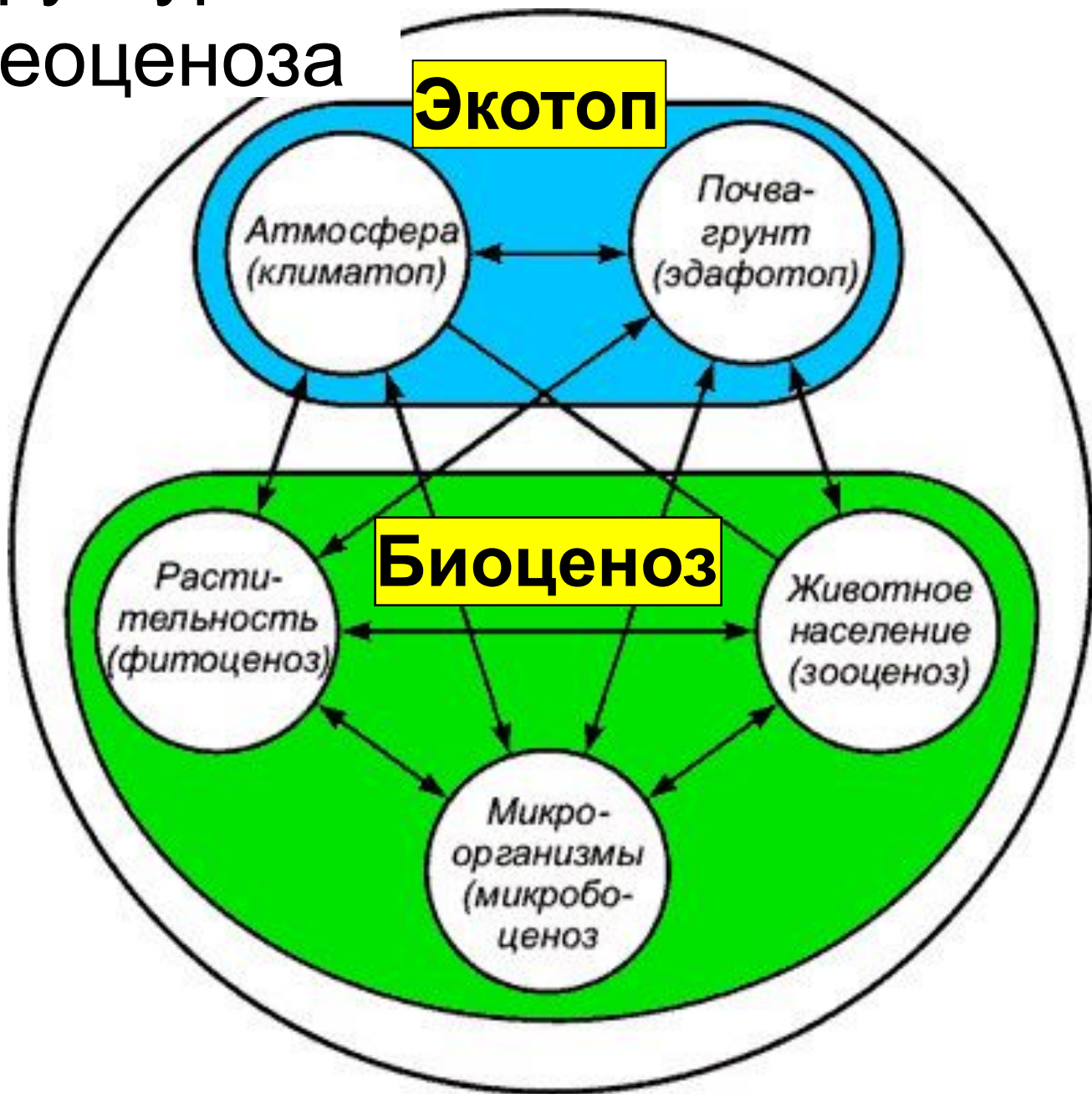
Структура биогеоценоза



Владимир
Николаевич
Сукачёв



Николай
Владиславович
Дылис
1912—1985



Биогеоценоз (сообщество) – исторически сложившаяся, связанная функциональными связями совокупность видов: автотрофов и гетеротрофов, существующая в конкретном типе местообитания [экотопе].

- **Подсистемы Биогеоценоза**
- – **Биоценоз** – совокупность живых организмов биогеоценоза
 - Фитоценоз
 - Зооценоз
 - Микробоценоз
 - Микоценоз
- – **Экотоп** – совокупность абиотических условий среды
 - Эдафотоп (почва)
 - Климатоп (атмосфера)

Центральные понятия в биогеоценологии (экологии сообществ)

Экотоп – тип местообитания, характеризующийся определенным физико-химическим составом почв, водным режимом и набором климатических характеристик (температура и осадки).

Биотоп – преобразованный биоценозом экотоп: сформированы биогенные горизонты почвы – гумусовый горизонт или грубогумусовая подстилка, трансформированы влагоемкость почв, температурный режим, режим влажности и ветровой режим.

Центральные понятия в биогеоценологии (экологии сообществ)

Экотоп – удобное модельное строгое понятие, в природе существует очень недолго и быстро преобразуется в *биотоп* под воздействием биоценоза (заселяющихся видов растений, животных, грибов и бактерий)

В современное время наблюдаемые в природе экотопы – преимущественно результат деятельности человека – карьеры и отвалы.

Экотопы на территории песчаного карьера различаются по эдафотопу



Экотопы на территории песчаного карьера различаются по эдафотопу



- Римскими цифрами обозначены эдафотопы (климатоп у приведенных экотопов общий)
- I -- хорошо дренированные глубокие пески, склоны и края карьера
- II-- участки с близким уровнем залегания грунтовых вод
- III -- участки с выходом грунтовых вод на поверхность

Естественно возникающие экотопы – дно отступивших рек, морей, территории обнажившиеся в результате отступления ледников, извержения вулканов – занимают малые площади.



Отступающий край ледника Пука (Puca), перуанские Анды.

Уже в первые годы после отступления ледника формируются пионерные микробные сообщества из цианобактерий

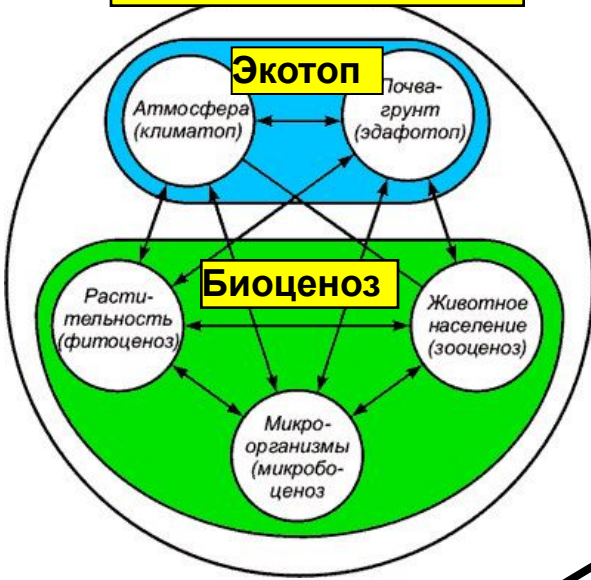
(http://elementy.ru/images/news/puca_glacier_jatunriti_600.jpg)

- Набор типов климаксовых сообществ в пределах территории конкретного региона **(КЛИМАТОПА)** ограничен.
- Для зоны таежных лесов на территории Европейской части России (Ленинградская обл., Карелия, Мурманская обл.) основными являются три группы типов сообществ [типов биогеоценозов]
 - – Еловые леса
 - – Сосновые леса
 - – Болота

Биогеоценоз

Схема биогеоценоза В.Н.Сукачева и основные группы типов биогеоценозов в пределах конкретного региона:

- Фиксированный климатоп
- Разные эдафотопы



Дренированные местообитания

Переувлажненные местообитания



Пески



Супеси, суглинки,
глины



Фиксированный климатоп:

- **Кольский полуостров:**
 - Осадки 400 - 500 мм,
 - Среднегодовая температура -0.5°C
 - Приток солнечной радиации $68 \cdot 10^6 \text{ кдж м}^{-2} \text{ год}^{-1}$
 - Испаряемость 250 мм

Разные эдафотопы:

- Дренированные местообитания на
 - Глубоких песках
 - Супесях и суглинках
- Переувлажненные местообитания

Сосняк лишайниковый, северная тайга,
дренированное местообитание на глубоких песках, давность
последнего пожара 180 лет.



Ельник (ель сибирская) чернично-зеленомошный,
дренированные местообитания на супесях и суглинках,
давность последнего пожара 250 лет



Болота, переувлажненные местообитания с близким уровнем грунтовых вод или выходом и на поверхность.



- Для каждого наперед заданного типа местообитания [типа экотопа] существует один тип климаксового сообщества.
- В лесоведении понятие тип биogeоценоза реализовано в фундаментальном понятии тип леса.
- Тип леса = тип биogeоценоза.

Биогеоценоз

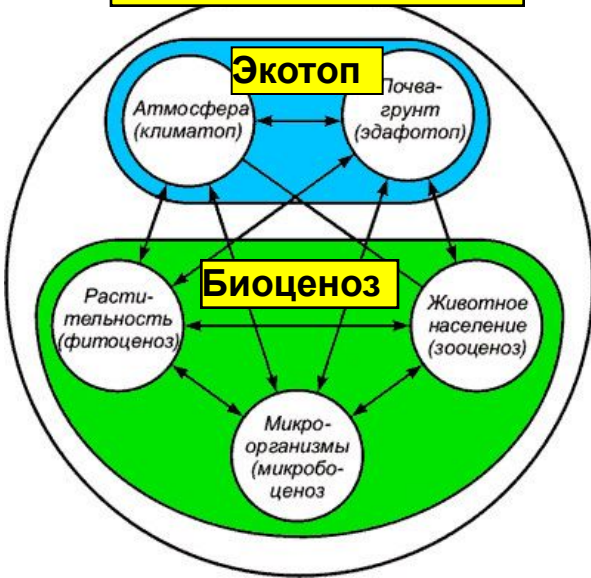


Схема биогеоценоза В.Н.Сукачева и зональность растительного покрова
Фиксированный климатопоп
разные эдафотопы

- Фиксированный эдафотоп
- Разные климатопопы

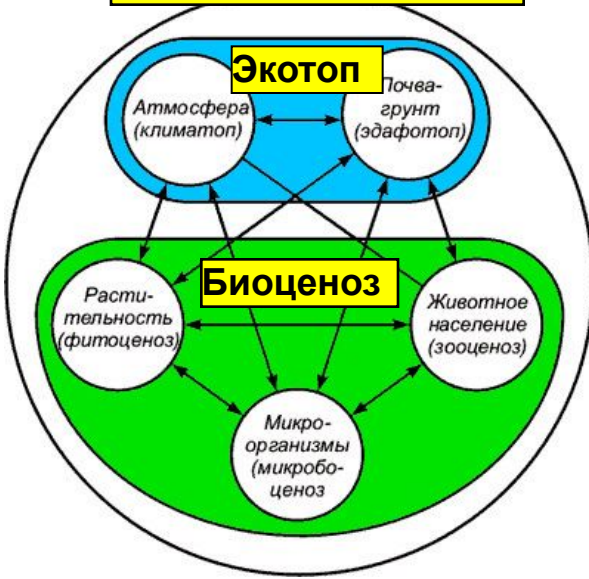
Фиксированный эдафотоп:

- ровные, возвышенные, хорошо дренированные водораздельные плато с суглинистыми почвами -- плакоры –
- Это территории на которых **в зависимости от климатопа** формируется зональная растительность.

Биогеоценоз

Схема биогеоценоза В.Н.Сукачева и зональные типы биогеоценозов :

- Фиксированный эдафотоп
- Разные климатопы



Уменьшение осадков: 600 \square 150

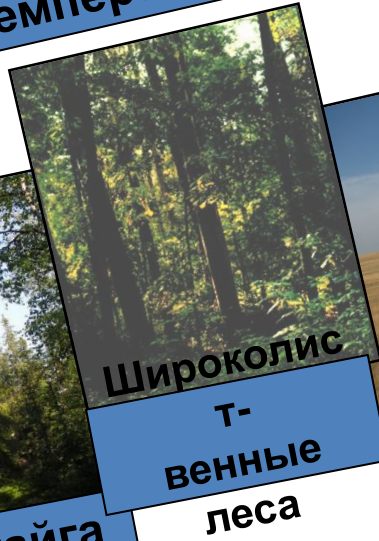
Увеличение температуры: -2 \square 15



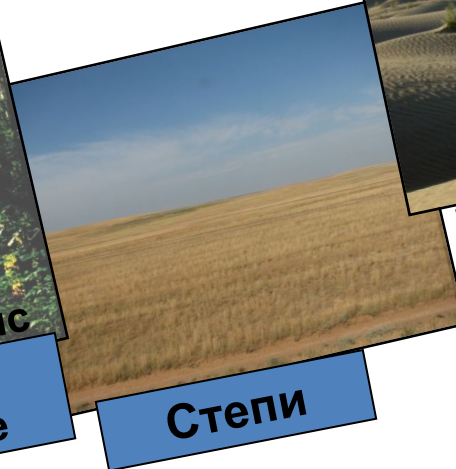
Тундры



Темнохвойная тайга



Широколис-
т-
венные
леса



Степи

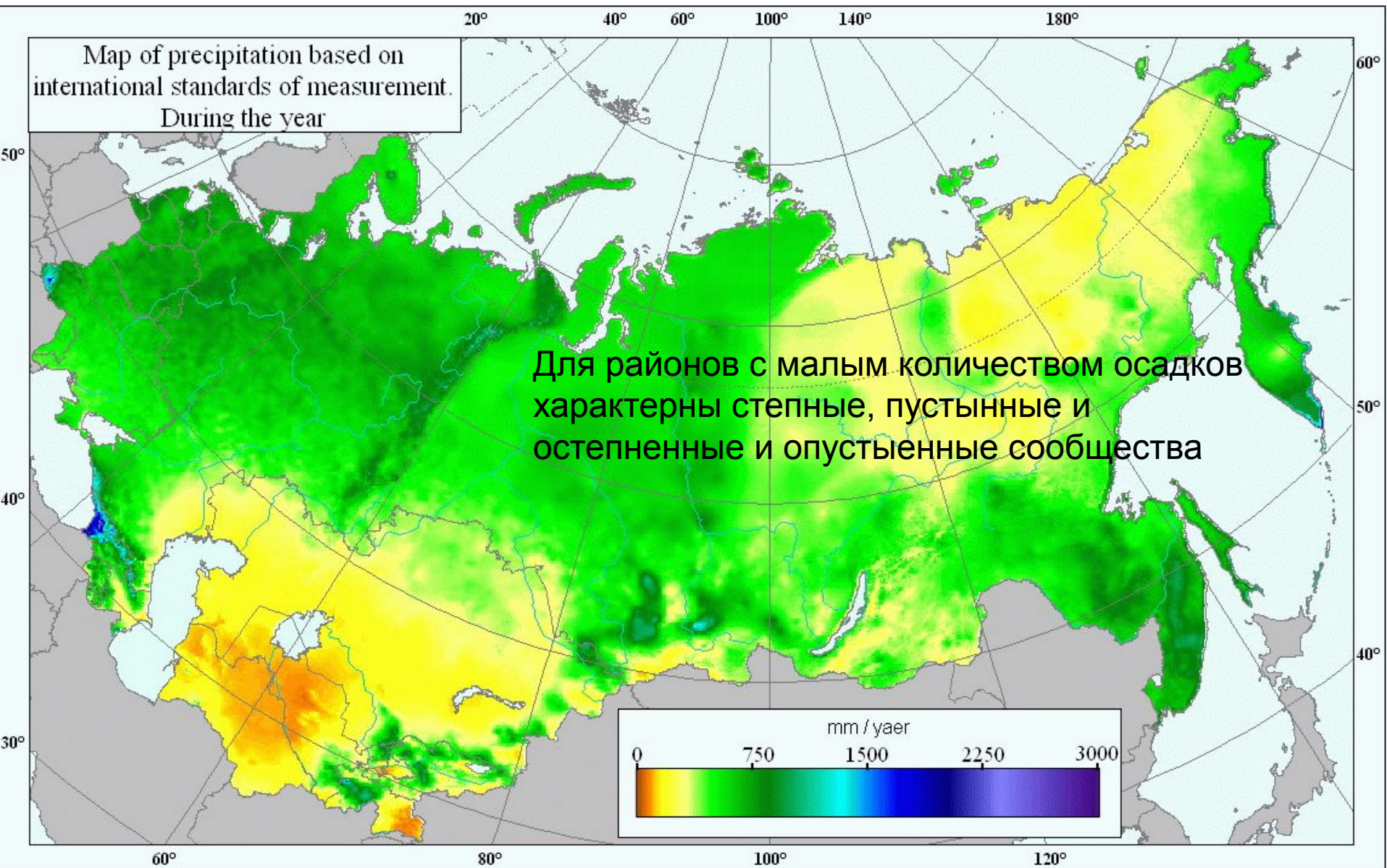


Пустыни

- Главными параметрами **климатопа** являются количество осадков и температура.
- О характеристиках **климатопов** на конкретных территориях удобно судить по климатическим картам:
 - Распределения осадков
 - Среднегодовой температуре
 - Температуре самого теплого месяца (для северного полушария – июль)
 - Сумм накопленных температур, превышающих заданные критические температуры (0, 5, 10, 15, 20 °C)

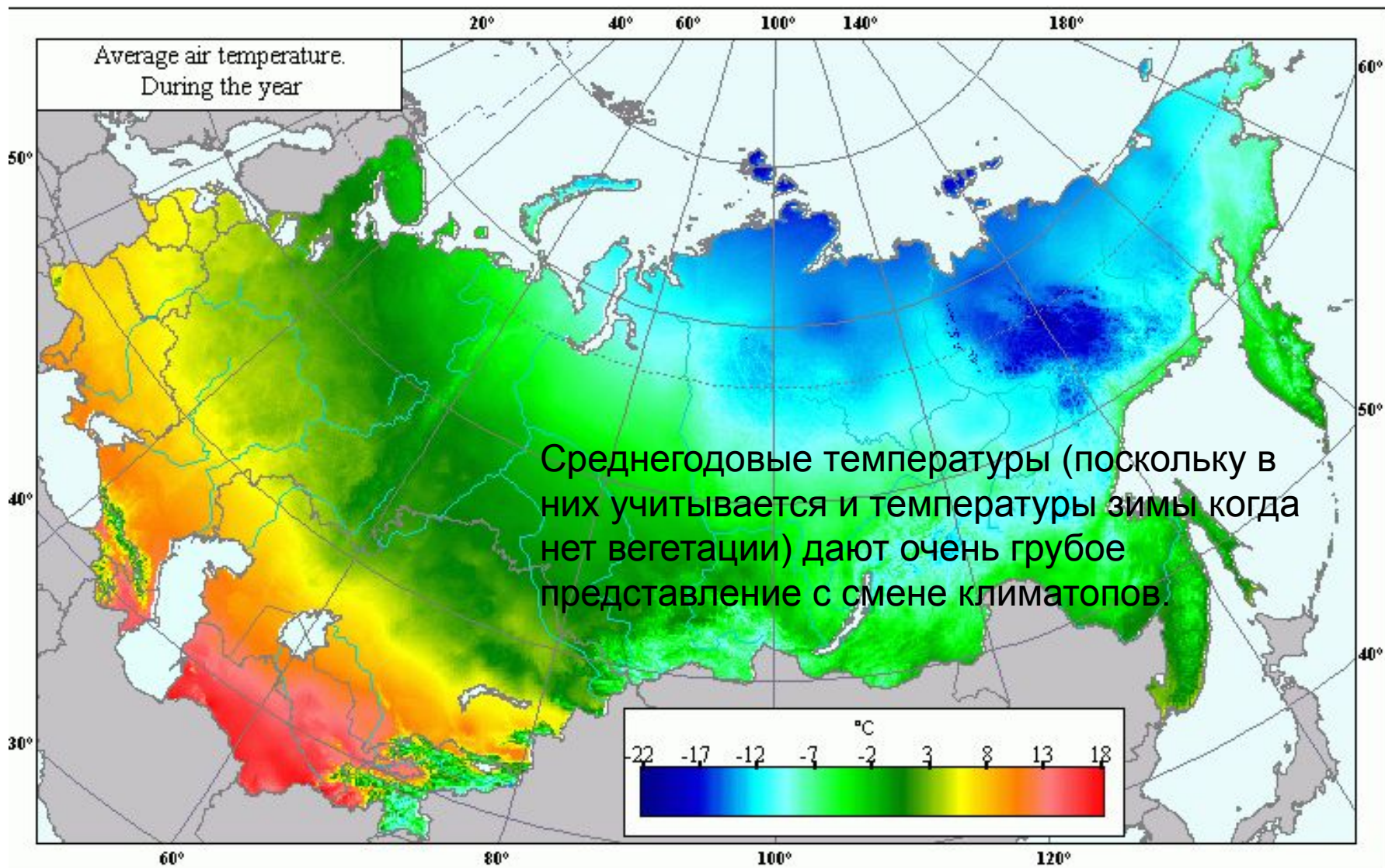
Среднегодовое количество осадков на территории СНГ (бывшего СССР)

Afonin, A.N.; S.L. Greene; N.I. Dzyubenko, A.N. Frolov (eds.). 2009. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[DVD]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.

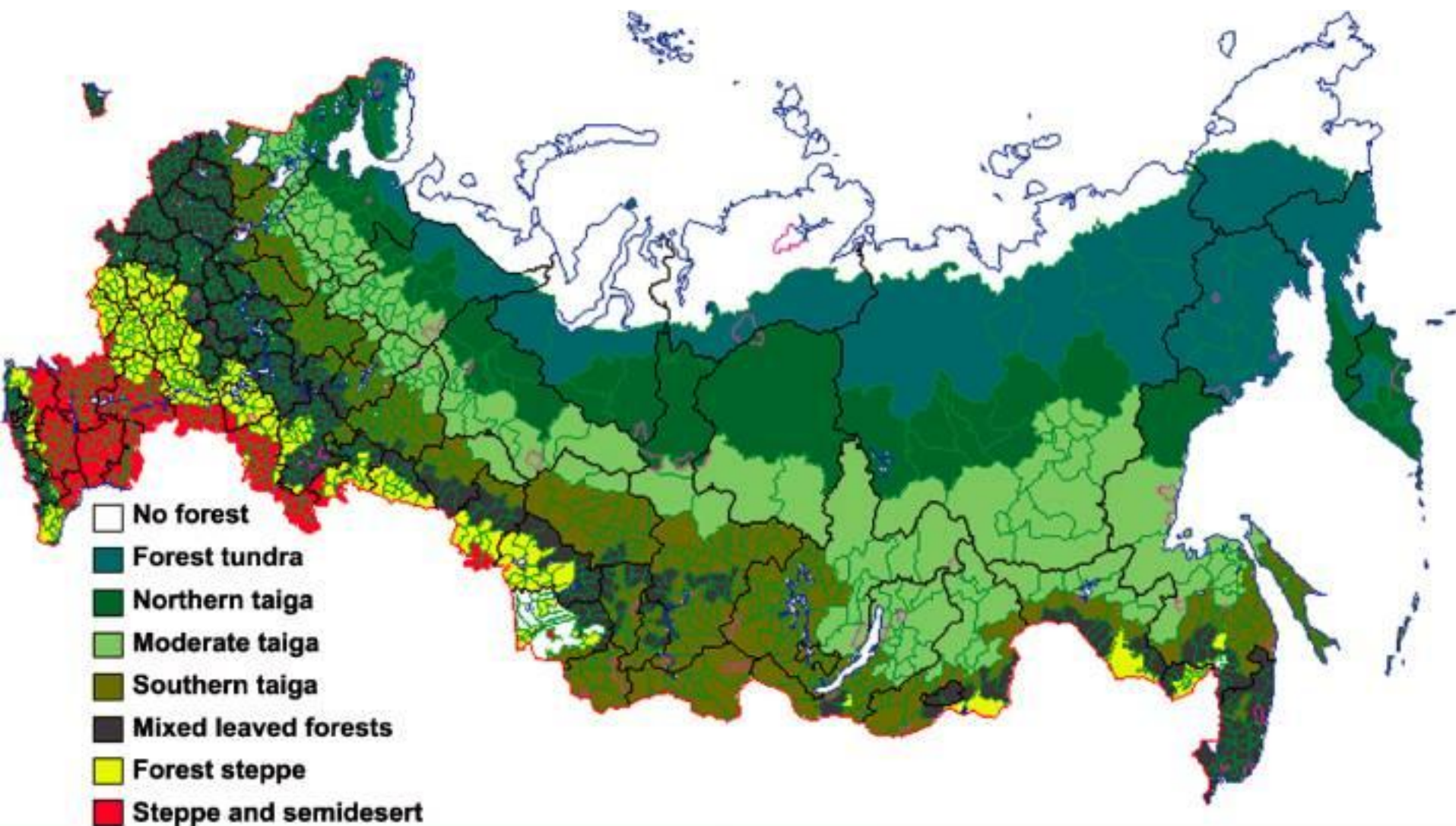


Среднегодовые температуры на территории СНГ (бывшего СССР)

Afonin, A.N.; S.L. Greene; N.I. Dzyubenko, A.N. Frolov (eds.). 2009. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[DVD]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.

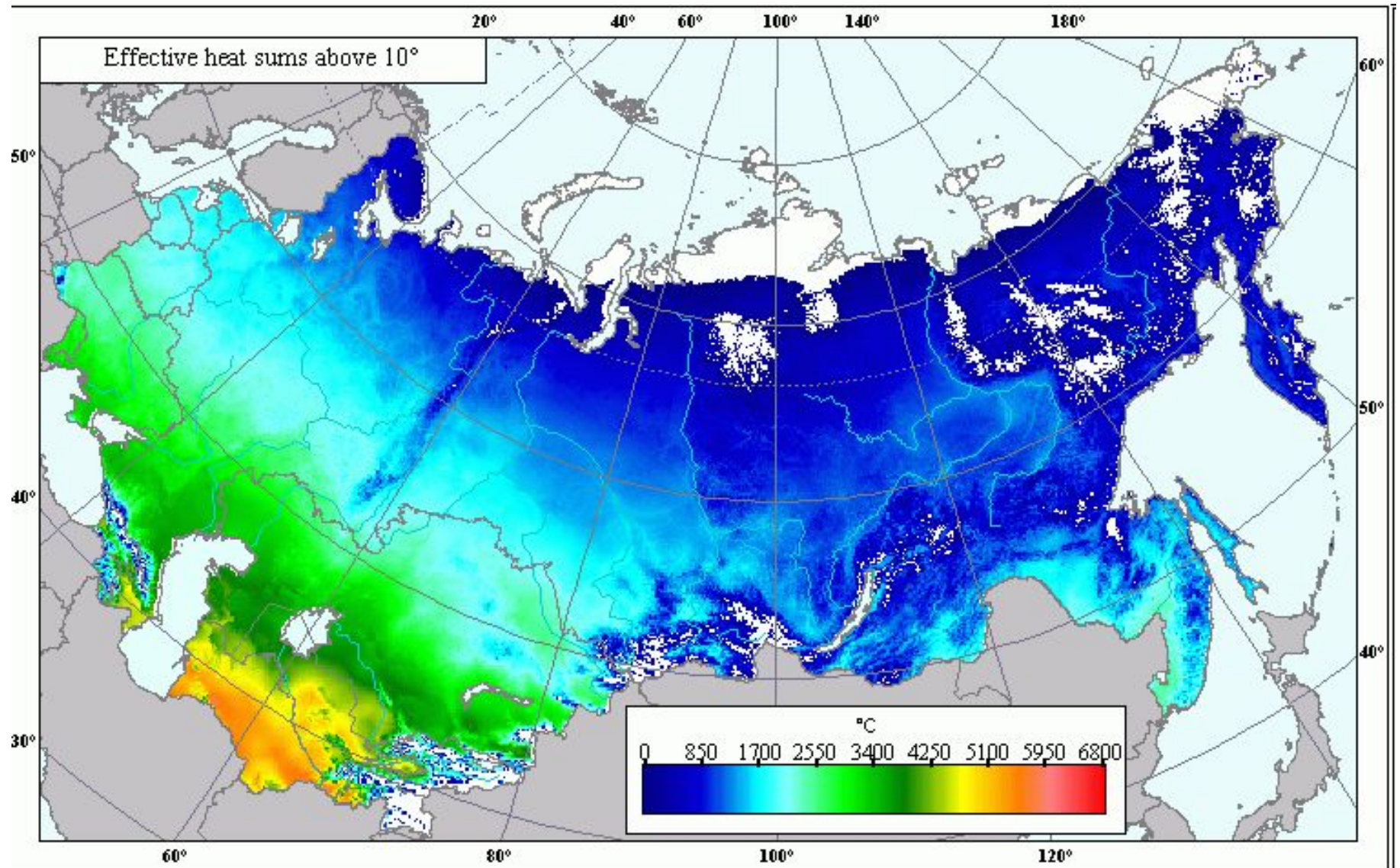


Смена зон и подзон на территории России по широтному (температурному) градиенту



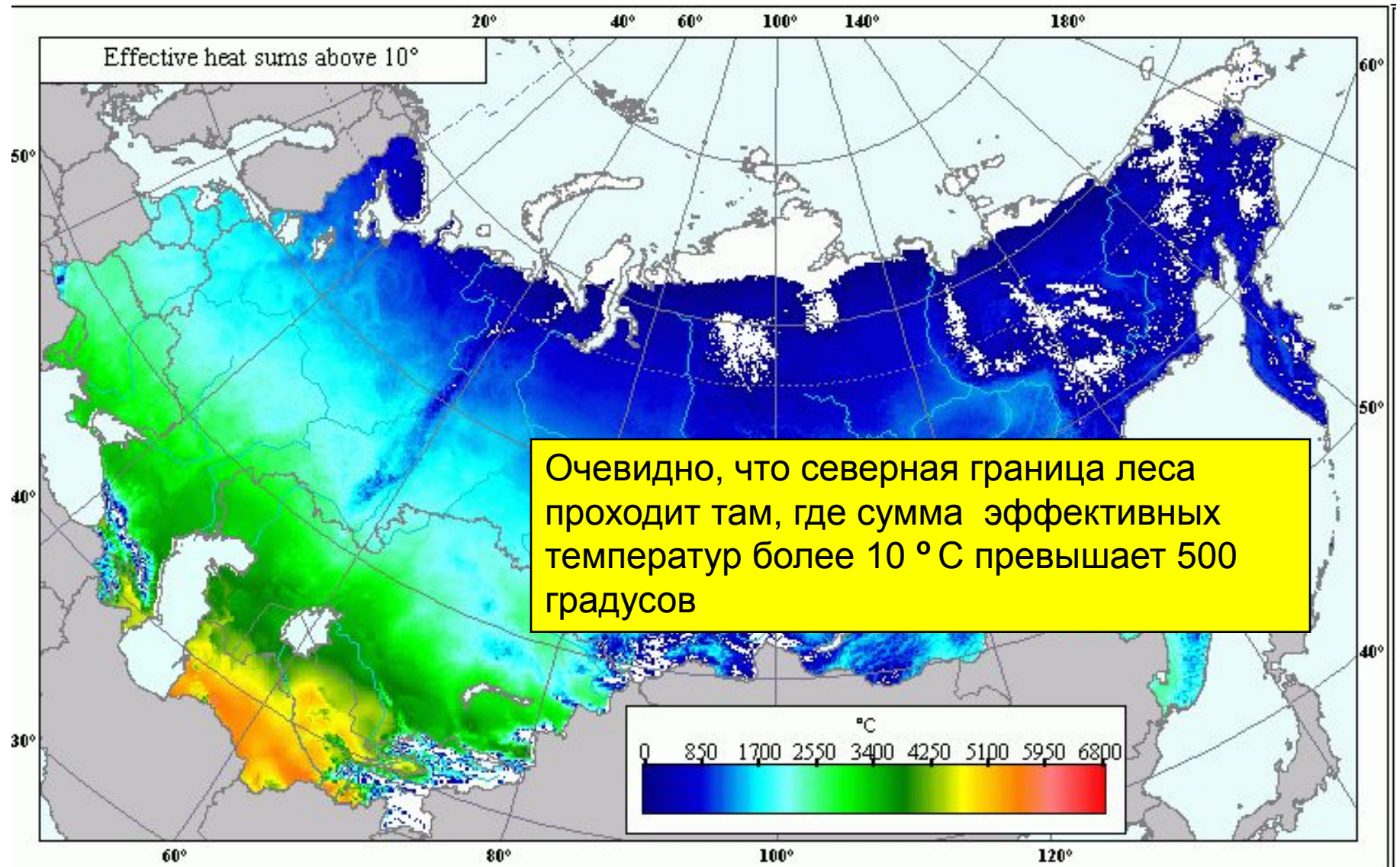
Суммы эффективных температур выше 10 °С на территории СНГ (бывшего СССР)

Afonin, A.N.; S.L. Greene; N.I. Dzyubenko, A.N. Frolov (eds.). 2009. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[DVD]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.



Суммы эффективных температур выше 10 °С на территории СНГ (бывшего СССР)

Afonin, A.N.; S.L. Greene; N.I. Dzyubenko, A.N. Frolov (eds.). 2009. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[DVD]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.



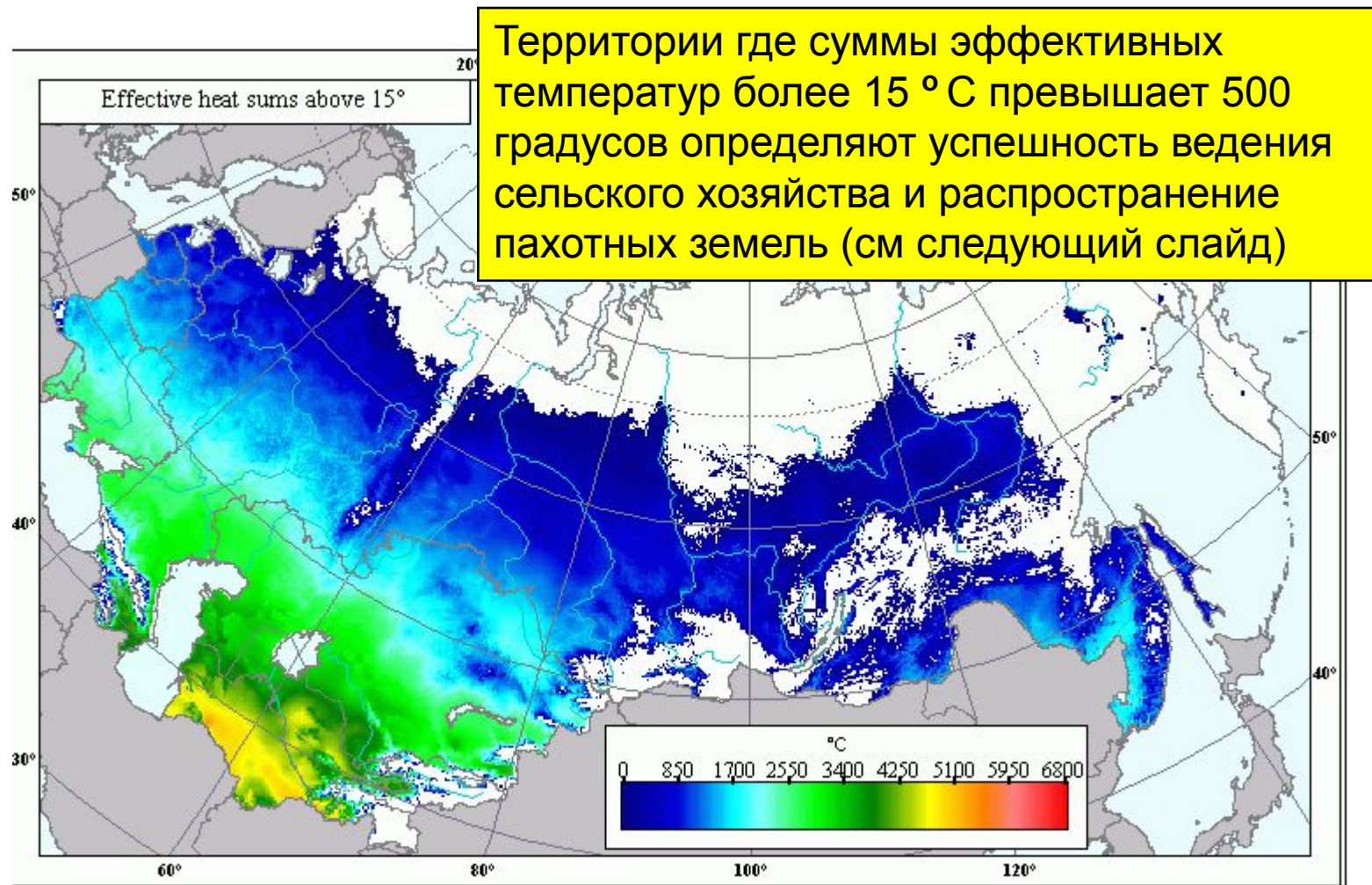
Современные облесенные территории России

http://www.agroatlas.ru/en/content/vegetation_maps/Forest/

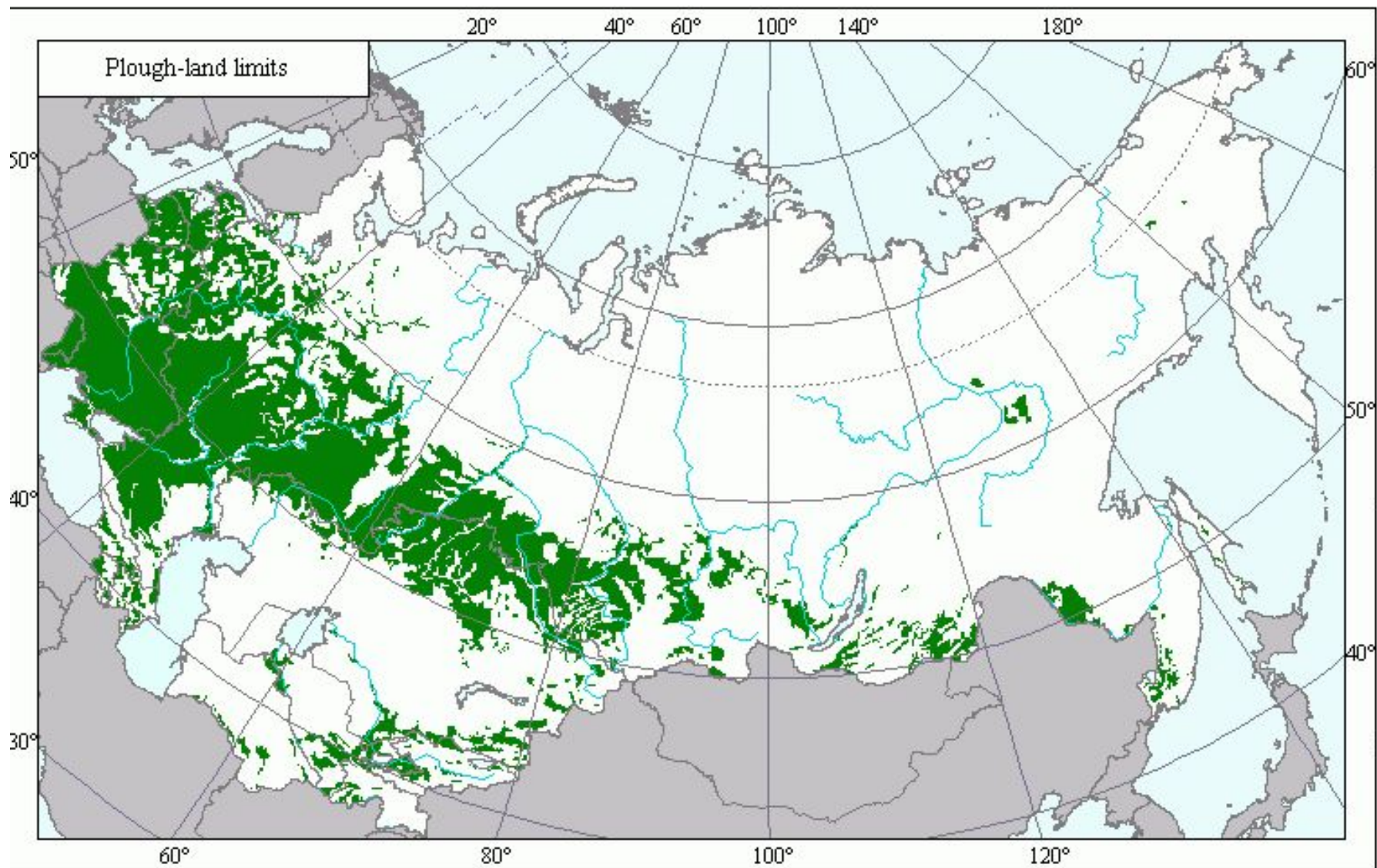


Суммы эффективных температур выше 15 °С на территории СНГ (бывшего СССР)

Afonin, A.N.; S.L. Greene; N.I. Dzyubenko, A.N. Frolov (eds.). 2009. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds[DVD]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.



Распределение основных массивов пахотных земель по территории России и сопредельных государств



Биогеоценоз



Фиксированный эдафотоп

- Дренированные местообитания

Разные климатопы

- Север Кольского полуострова (-2°C)
- Карелия ($+2^{\circ}\text{C}$)
- Воронежская область ($+5^{\circ}\text{C}$, 500 мм)
- Астраханская область ($+5^{\circ}\text{C}$, 300 мм)
- Туркмения ($+10^{\circ}\text{C}$, 100 мм)

Кольский полуостров





Кустарничково-лишайниковые и -зеленомошные тундры, северная часть Кольского полуострова, среднегодовая температура -2°C Дренированные местообитания на супесях

Ельник (ель сибирская), Кольский полуостров, **-0.5 °C**
дренированные местообитания на супесях и суглинках,
давность последнего пожара 250 лет



Республика Карелия

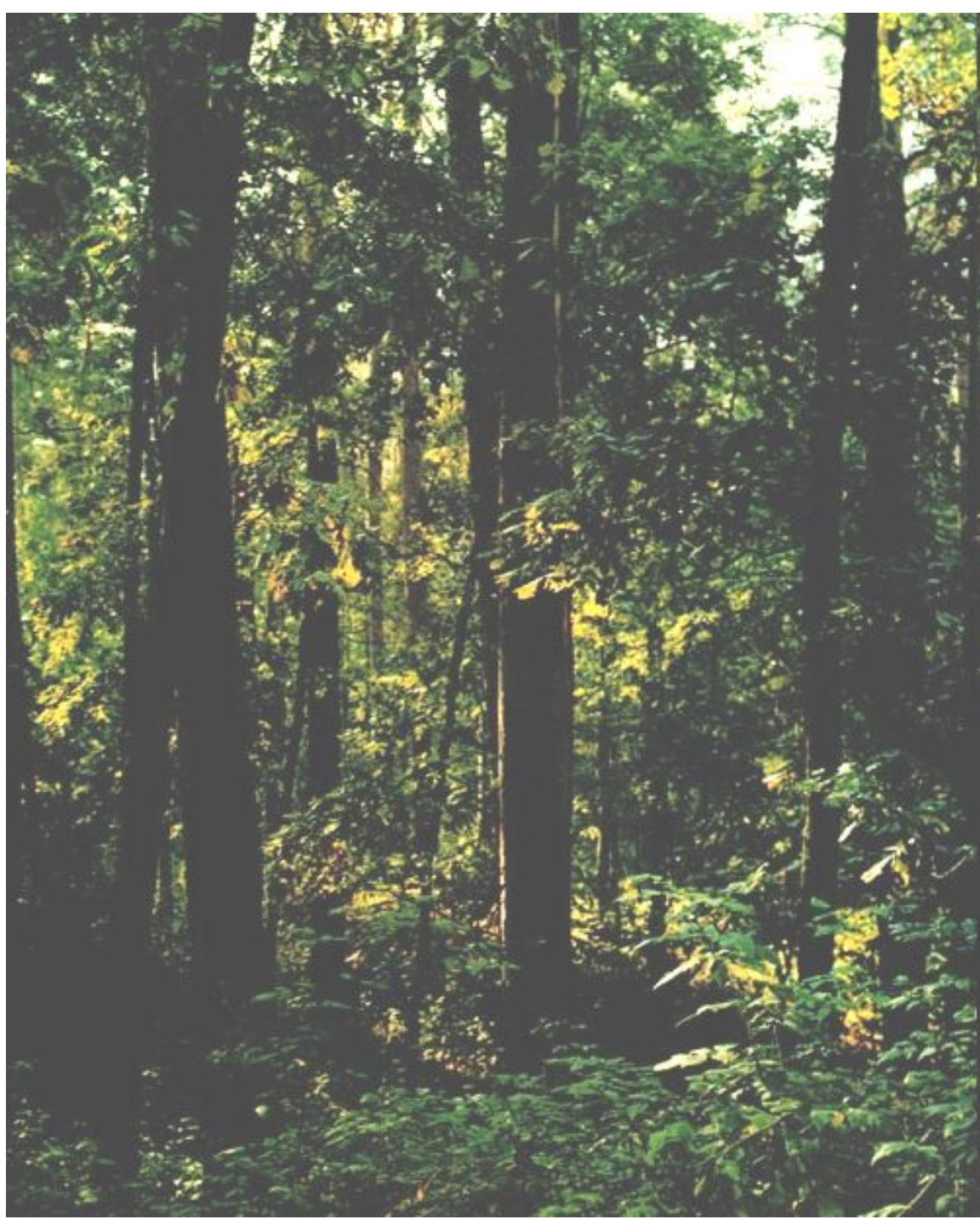


Ельник (ель европейская), Заповедник Кивач, Карелия
(среднегодовая температура 2°C) дренированные
местообитания на супесях



Воронежская область





Дубовый лес, Воронежская область

Среднегодовая
температура 5⁰С,
Осадки – 600 мм/год

Астраханская область



Степи, Астраханская область, Среднегодовая температура $\sim 5^{\circ}\text{C}$, осадки 350 мм /год



Туркменистан, Пустыня Каракумы



Туркменистан, Пустыня Каракумы,
Осадки ~ 100 мм,
Среднегодовая температура ~10 °С





Восточные Каракумы, Репетекский

заповедник (<http://www.balatsky.ru/Karakum/Karakum.htm>)



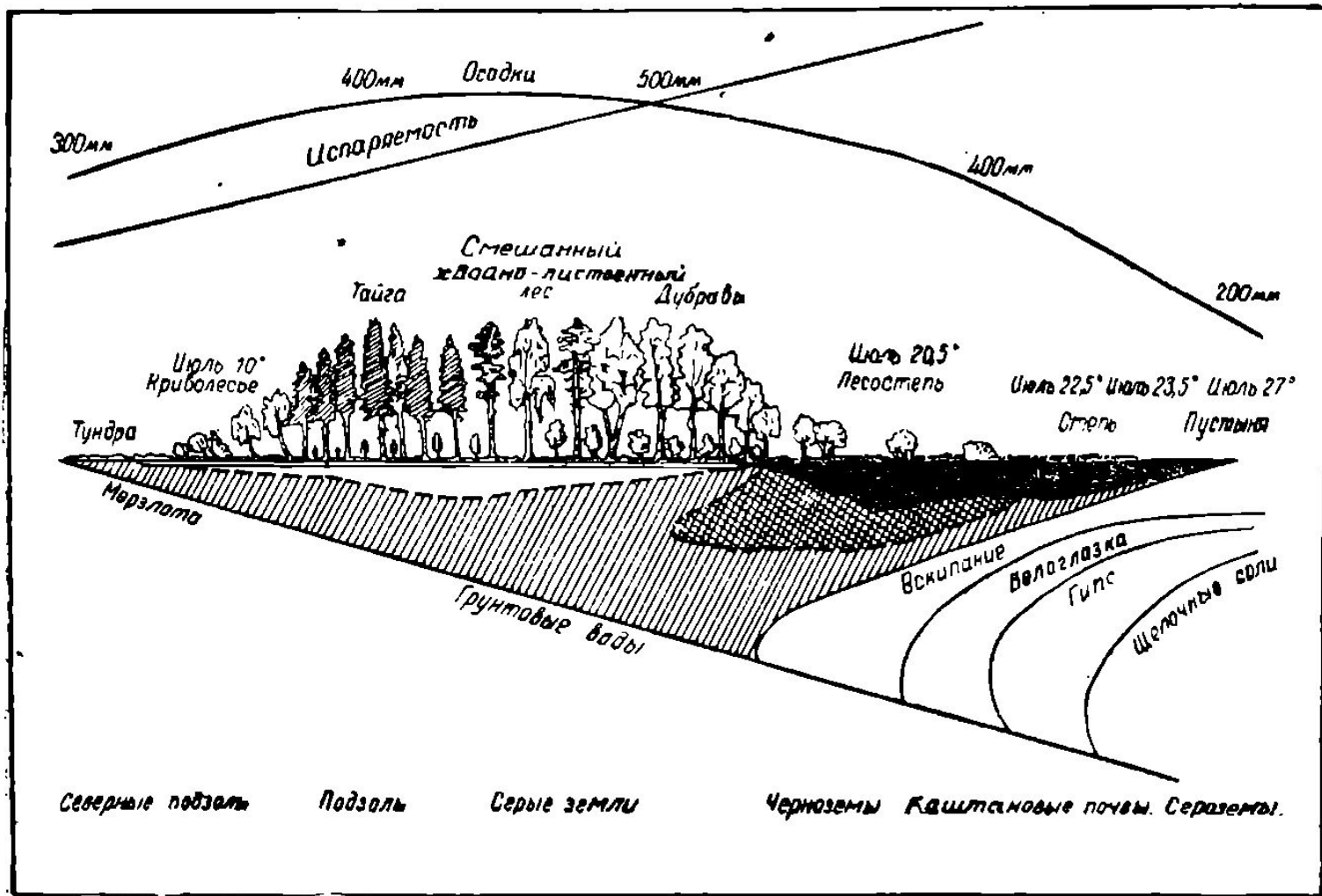
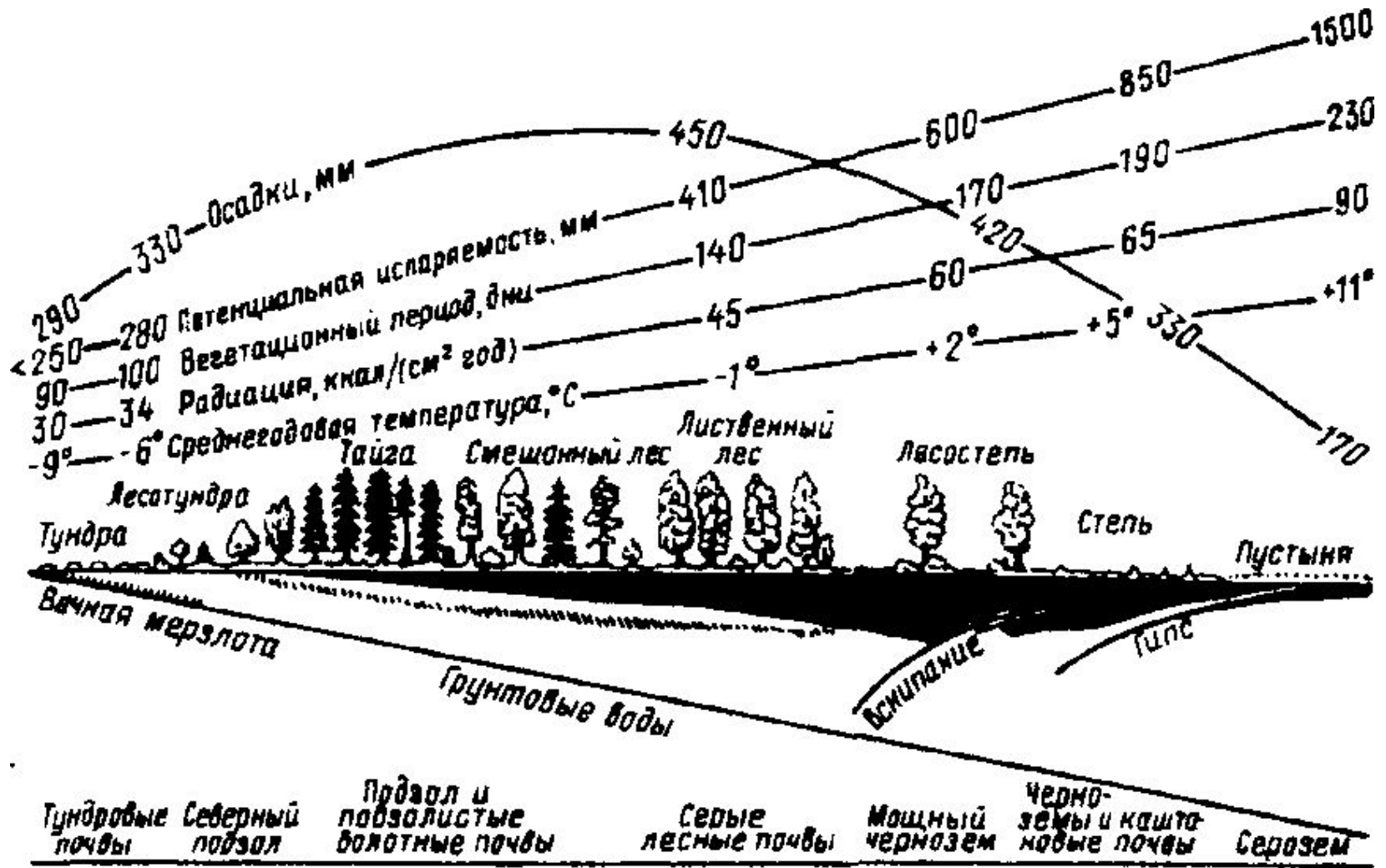


Рис. 15. Схема-профиль зависимости между растительностью, климатическими и почвенными условиями на равнине европейской части СССР (по Г. Н. Высоцкому).

Из П.С. Погребняк Основы лесной типологии. Киев. 1955.

Обобщенная схема «Основные биомы европейской части СССР» (по Г.Н. Высоцкому, с дополнениями и изменениями).



К сожалению схема содержит значительные неточности и требует ревизии