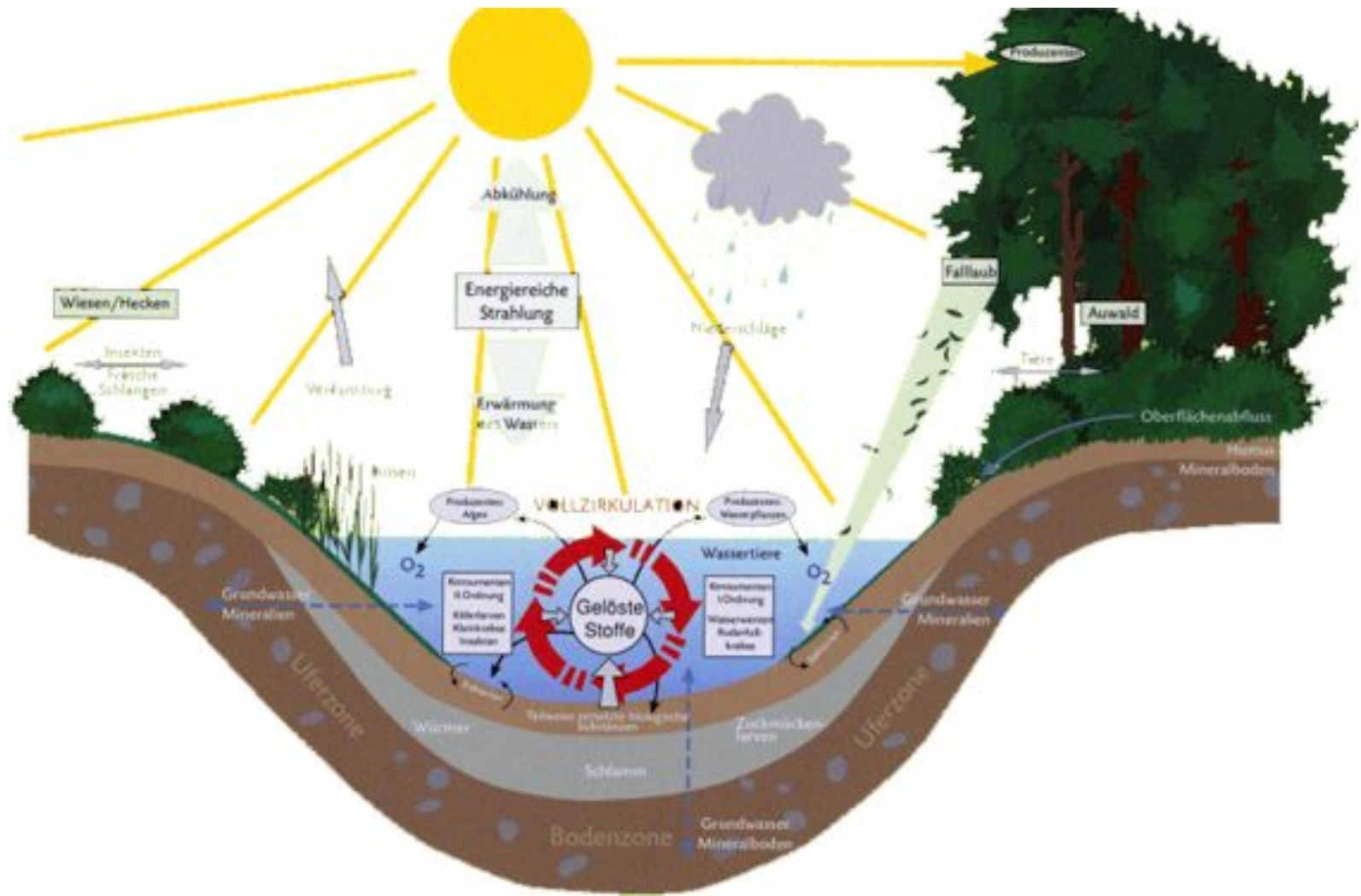


Екосистема - об'єкт, утворений біотичними і абіотичними елементами, речовинно-енергетичні й інформаційні зв'язки між якими формують певну структуру



Синекологія – розділ екології, який вивчає взаємовідношення біоценозів з їх середовищем існування: взаємодію з фізико-хімічними та біологічними факторами середовища, видову, просторову, часову та енергетичну структури, кругообіг речовин тощо.

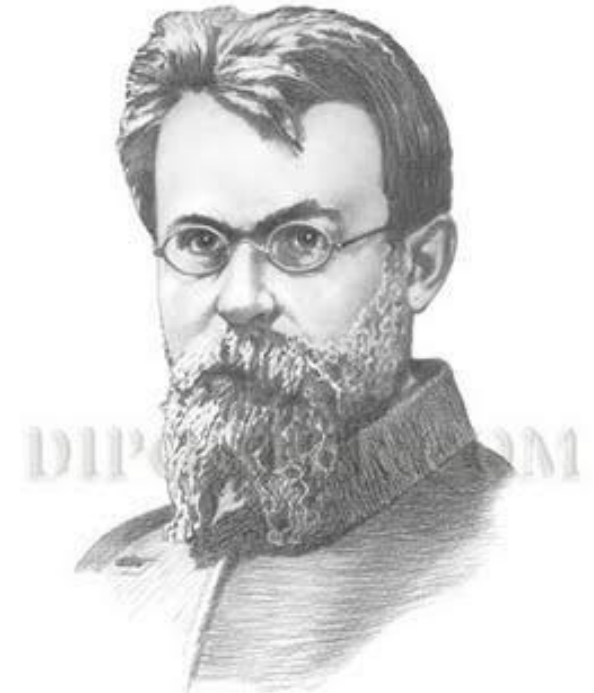
Часто синекологію звужують до розділу, який вивчає лише біоценози. А для вивчення системи їх взаємовідношень з навколишнім середовищем відводять окремий розділ «екосистемологію» або «біогеоценологію».

Біосфера - це глобальна екосистема нашої планети є цілісною системою, речовино відносно замкненою та енергетично відкритою.



Едуард Зюсс
(1875)

австрійський геолог



Владимир Иванович
Вернадский
1863—1945

(1926)



Екосистема

Артур
Тенслі
(1935)
англійській
ботанік



Біогеоценоз

Володимир
Миколайович
Сукачов (1940)
радянський
геоботанік

Біогеоценоз — екосистема значних розмірів, чітко відмежована від інших систем кліматичними, геологічними, едафічними, гідрологічними, біоценотичними, геохімічними та енергетичними межами

Склад екосистеми

Біоценоз - сукупність всіх живих організмів у рамках екосистеми (біогеоценозу).



Біотоп - сукупність елементів абіотичного середовища (фактори фізико-географічного середовища).

Екотоп – сукупність елементів абіотичного та біотичного середовища.

Склад екосистеми

Консорція (від лат. *consortium*) — це сукупність організмів, які в складі угруповань відіграють **ведучу роль** — біоархітектонування екосистем.

Угруповання, що формується навколо центрального члена, який визначає та регулює біотичні зв'язки та формує специфічне середовище існування.

Центральним членом такого угруповання є **вид-едифікатор** або вид-детермінант.

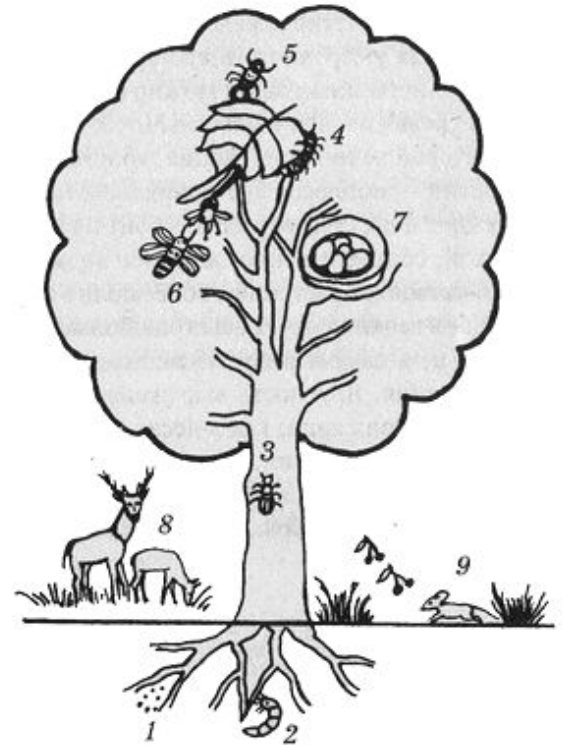


Рис. 4.1. Схема консорції дерева (липа):

1 — микориза на корнях липи; 2 — личинка хруща — потребителя корней; 3 — жук-хорос; 4 — гусениця шелкопряда, питаюча листвою дерева; 5 — жук-листоед; 6 — пчела — опылитель цветков; 7 — гніздо дрозда, свитоє на ветви липи; 8 — олени — потребители всточногo корма; 9 — лeснaя мьшь — потребитель семян липы
(до П. Дювиньо и М. Тангу, 1968, с изменениями Г.А. Воронова, 1987)

Склад екосистеми

Класифікація біотичних зв'язків у консорціях

Топічні - простір для місця мешкання, опора.

Фабричні - матеріал для побудівлі сховищ, гнізд.

Форичні - Поширення у просторі, у тому числі і діаспор.

Дефензивні - захист консортів від ворогів.

Атрактивні та репелентні - приваблення або відлякування консортів.

Трофічні - використання як джерела живлення.

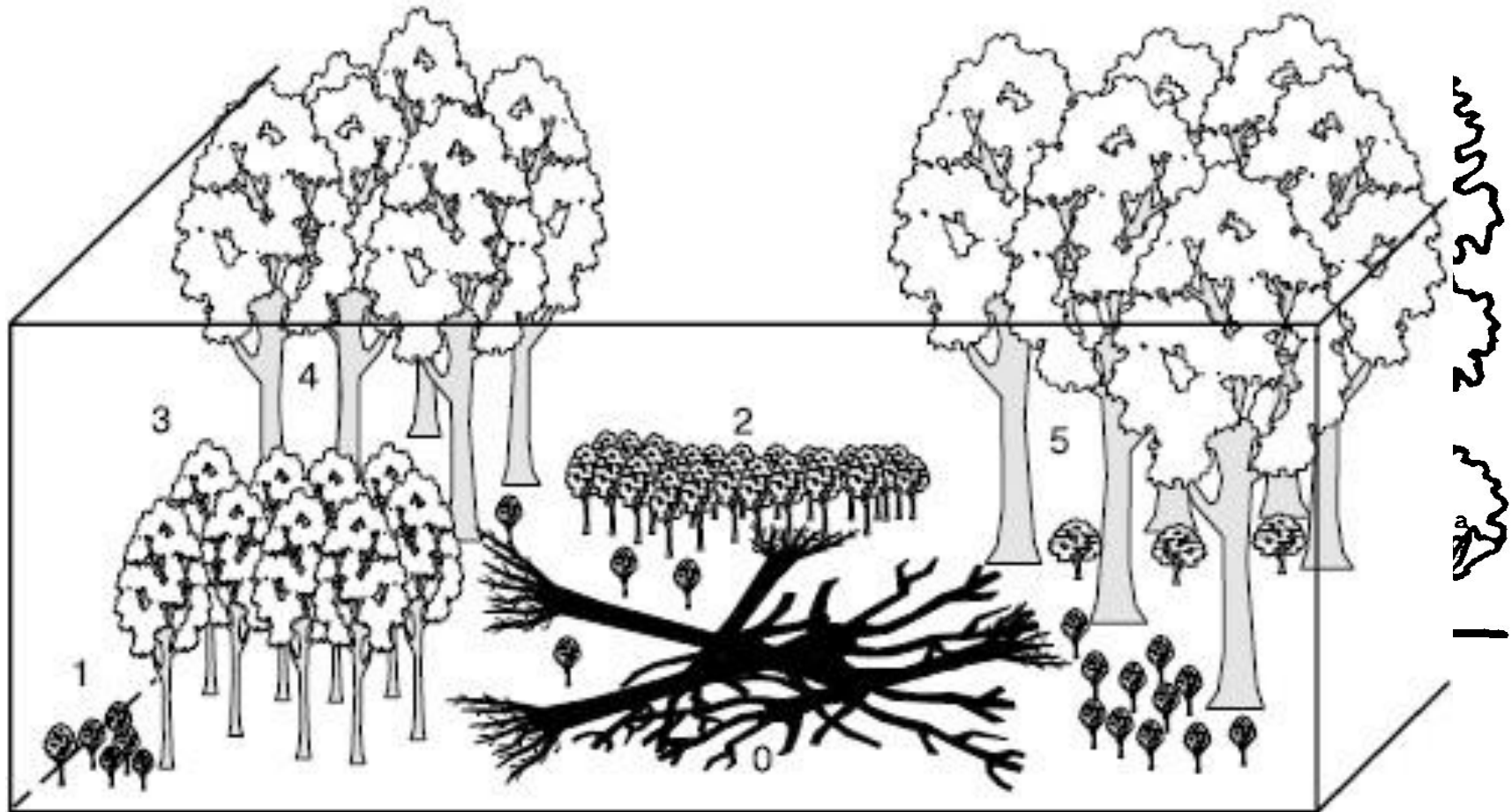
Едифікуючі - зміна абіотичних параметрів середовища (мікробіотопу).

Просторова структура екосистеми

Яскрава властивість всіх екосистем - нерівномірність просторової структури! (згадайте типи просторового розподілу організмів)

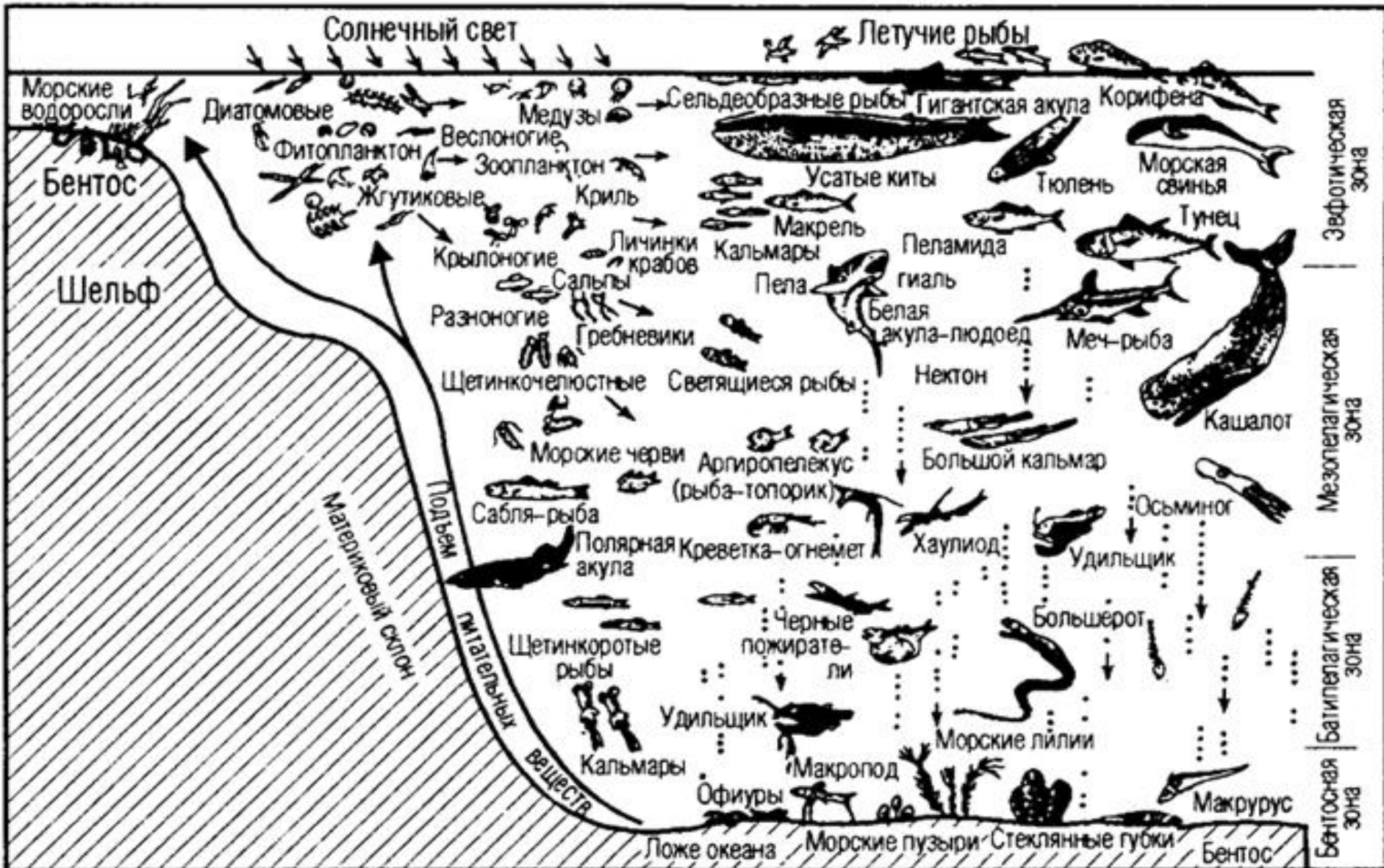
Горизонтальна просторова структура екосистеми -

мозаїчність вертикальна просторова структура екосистеми - **ярусність**



Просторова структура экосистем

Вертикальна структура водних екосистем



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Евфотичний шар - верхній шар водної екосистеми, освітленість якого достатня для протікання процесів фотосинтезу.



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Афотичний шар - проникає <1% сонячного світла.

Фотосинтез практично неможливий

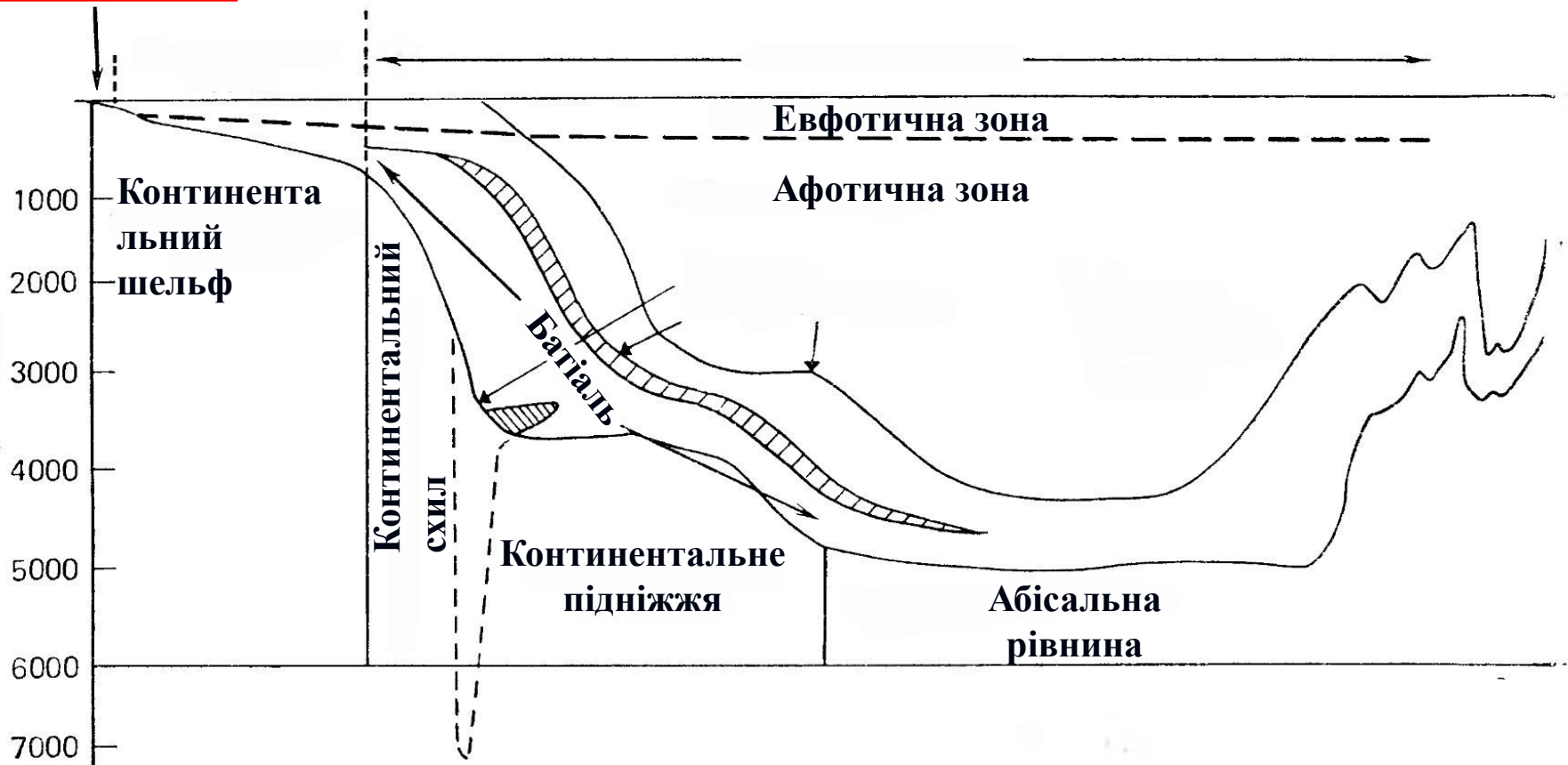


Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Супралітораль - частина берега, що зволожується заплесками та карплями води

Супралітораль

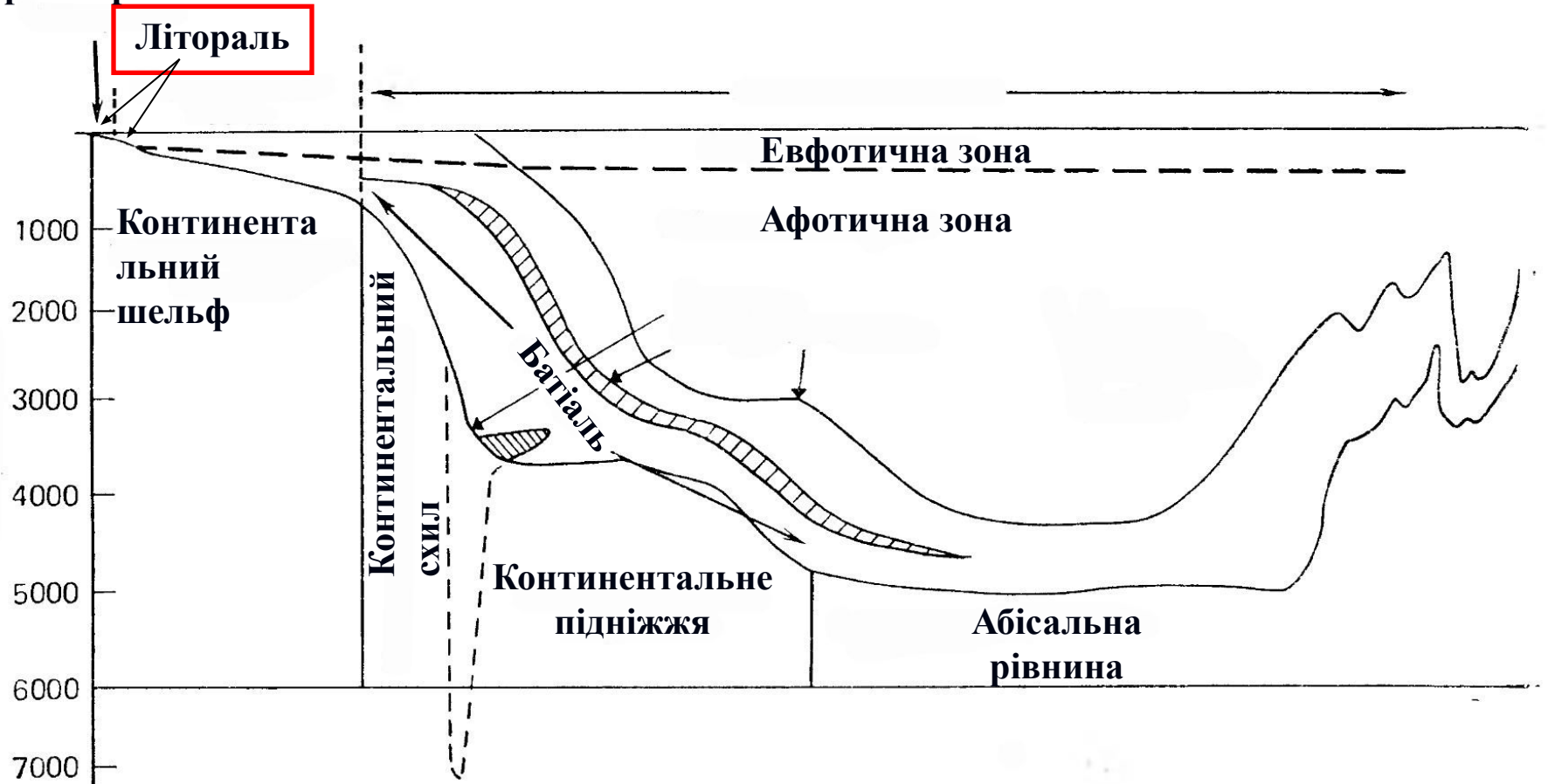


Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Літораль - прибережна ділянка, що заливається під час припливів і звільняється від води під час відливів

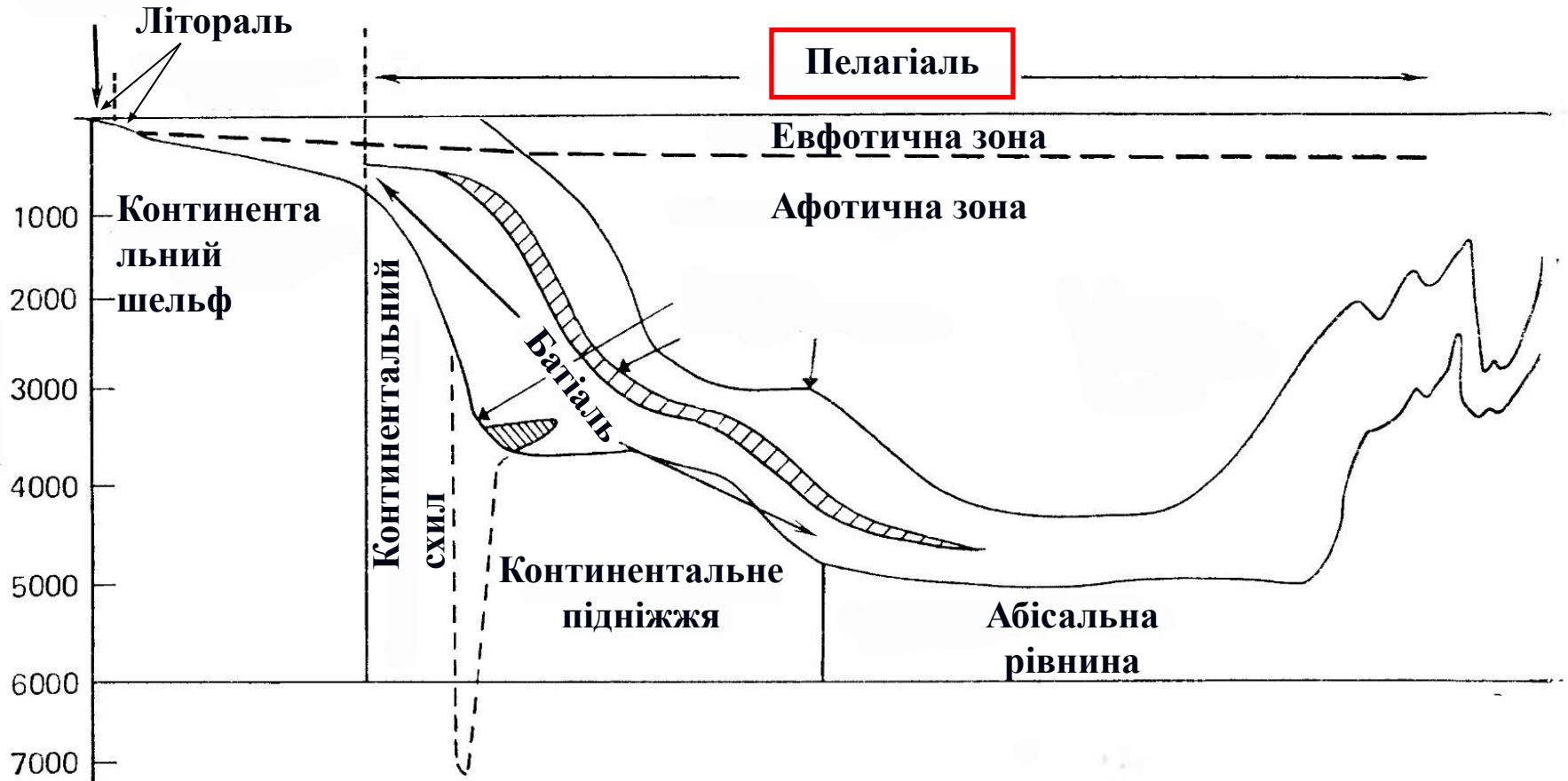
Супралітораль



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

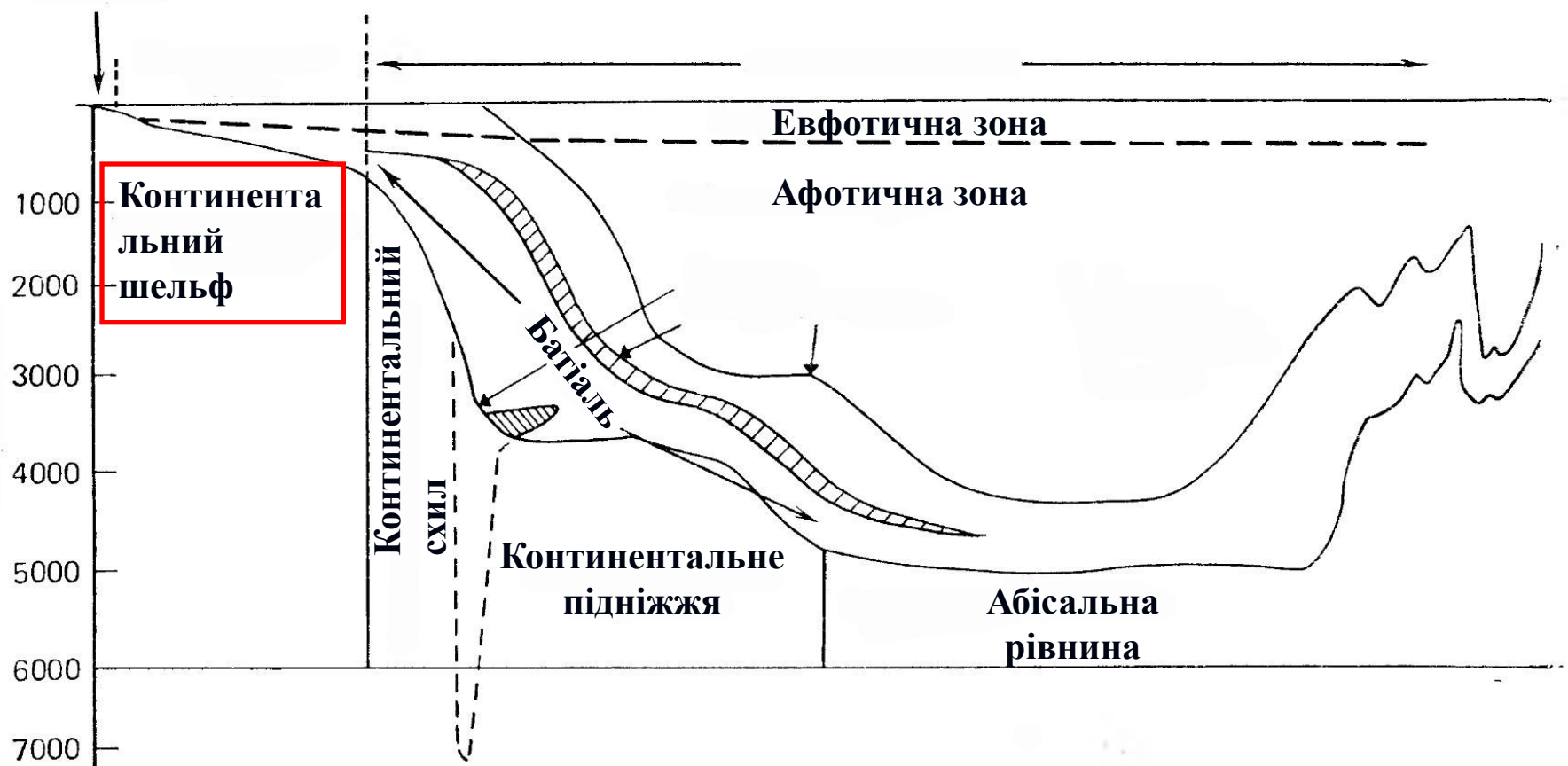
Пелагіаль – водна маса Світового океану, віддалена від берегів і дна.



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Континентальний шельф - частина континенту, занурена нижче рівня моря, яка поступово знижується від берегової лінії до перегину на глибині бл. 200 м.



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

Континентальний схил – зона різкого збільшення глибини від 200 м до 3500 м.



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура водних екосистем

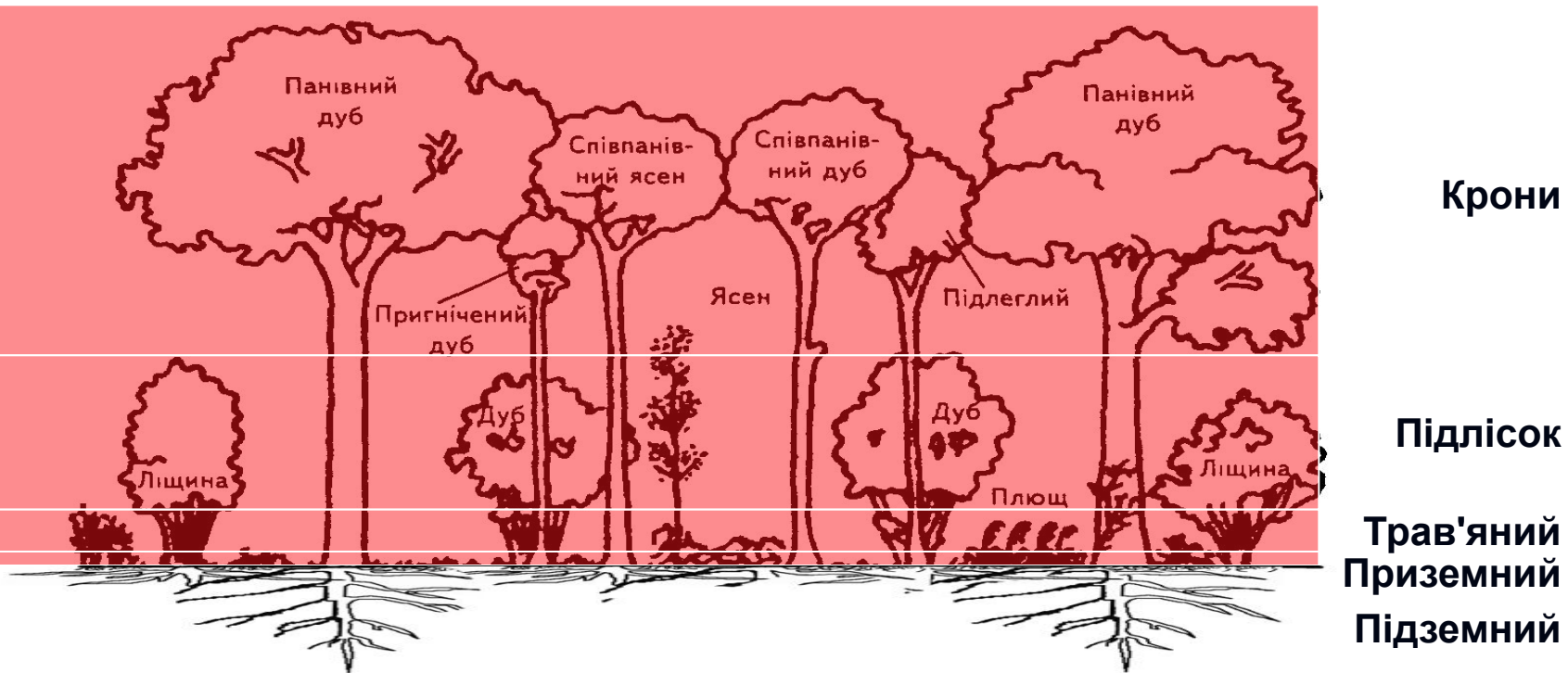
Абісальна рівнина - глибоководна рівнина океанічних котловин та впадин морів з глибиною 2000-5500 м. Займає близько 40% дна Світового океану



Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура екосистем суходолу

Ярус - частина шару рослинного угруповання, в якій розміщені асимілюючі органи рослин — листя, стебла або всмоктуючі ділянки коріння, а також запасуючі підземні органи рослин (коріння, кореневища, цибулини, бульби).

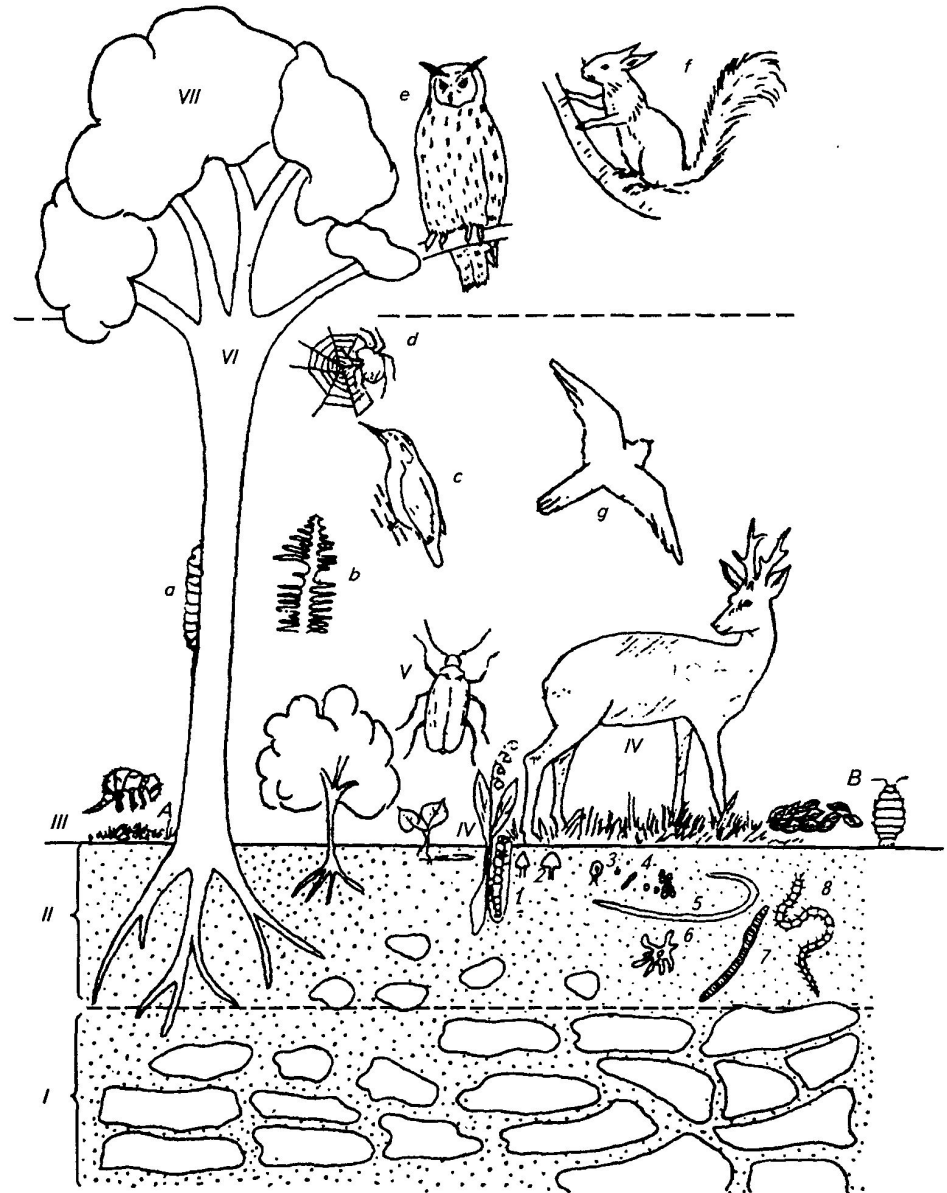


Вертикальна структура дубового насадження (за Кучерявим, 2001)

Просторова структура екосистеми

Вертикальна структура екосистем суходолу

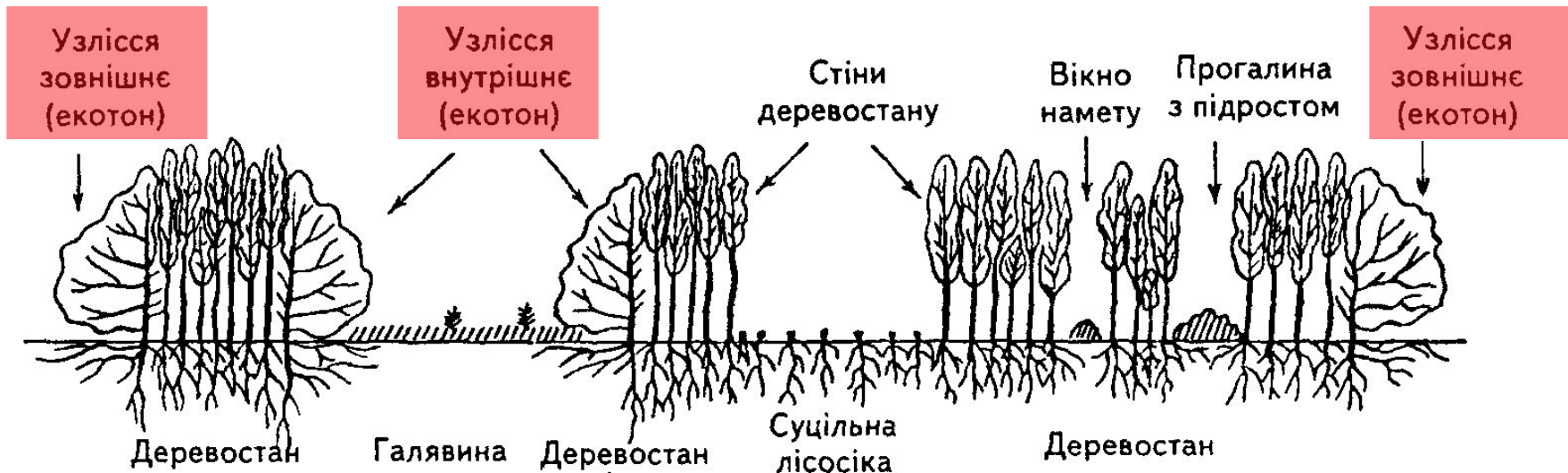
Наземні
тварини



Підземні
(зооєдафон)

Просторова структура екосистеми

Мозаїчність екосистем суходолу



ЕКОТОН – просторова зона переходу однієї екосистеми до іншої (між окремими біотопами або біоценозами).

Просторова структура екосистеми

Видова (таксономічна) структура

Видове багатство - це загальне число видів, які мешкають у даному біотопі (біоценозі).

Видове різноманіття - враховує як кількість видів, так і відносну їх представленість в біоценозі.

біоценоз А – видове багатство - 10 видів, 100 особин:

91:1:1:1:1:1:1:1:1:1 - мінімальне різноманіття і максимальне домінування;

біоценоз В – видове багатство - 10 видів 100 особин:

10: 10: 10: 10: 10: 10: 10: 10: 10: 10 максимальне різноманіття і мінімальне домінування.

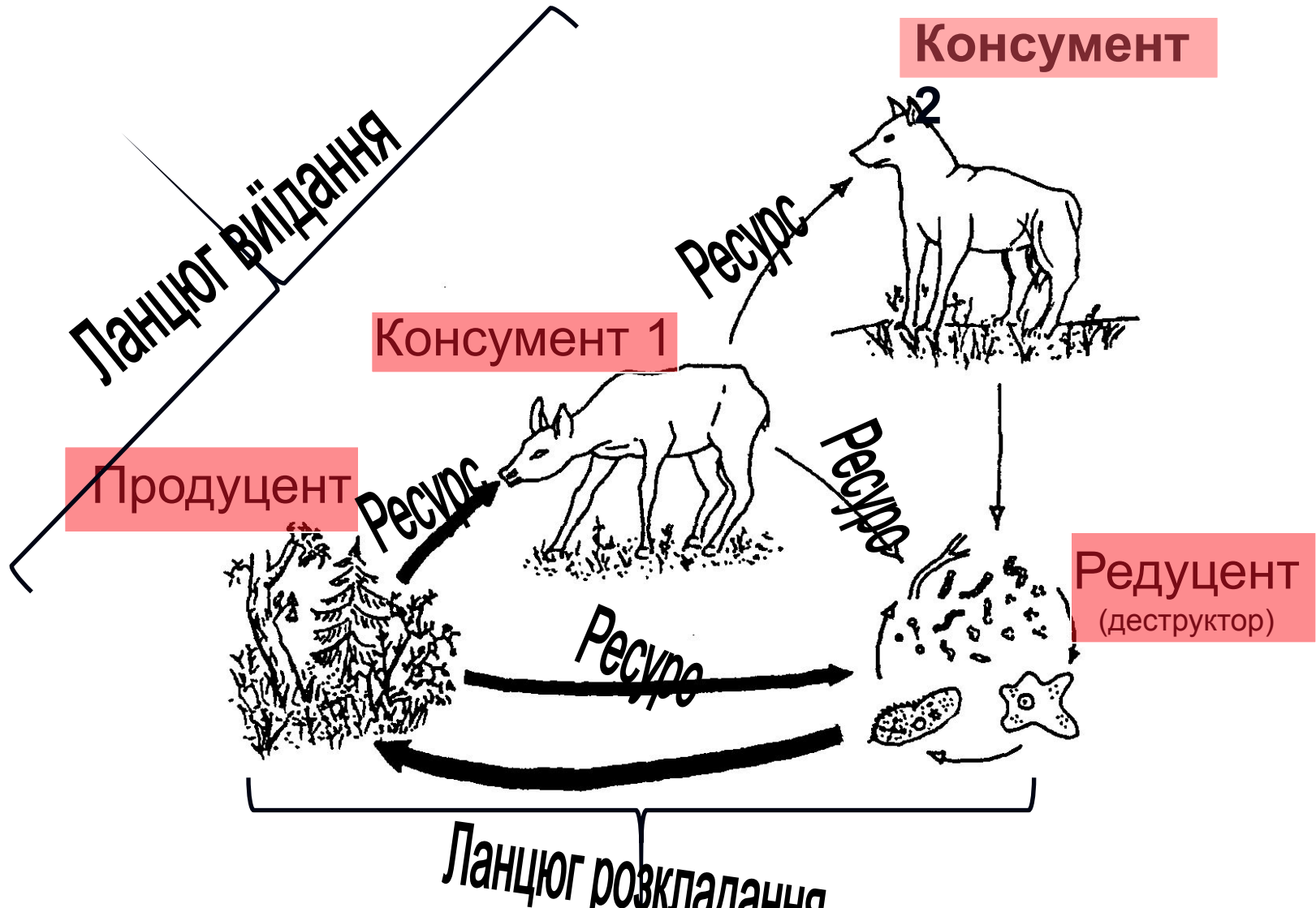
Формула Шенона

$$H = - \sum p_i \times \log_2 p_i, \text{ де } p_i = n_i/N,$$

n_i - чисельність даного виду, N - чисельність особин у біоценозі

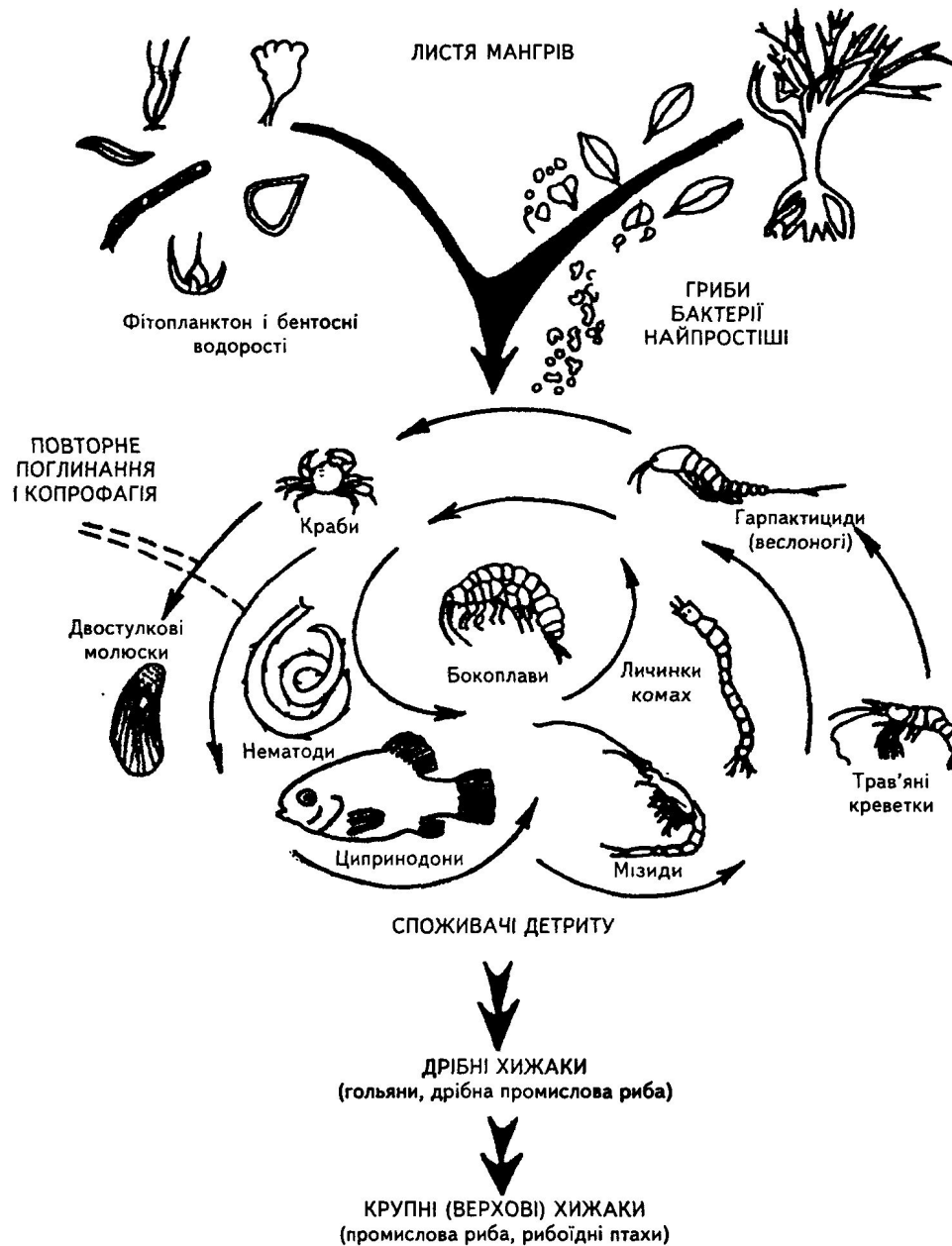
Трофічна структура екосистеми

Трофічний ланцюг



Трофічна структура екосистеми

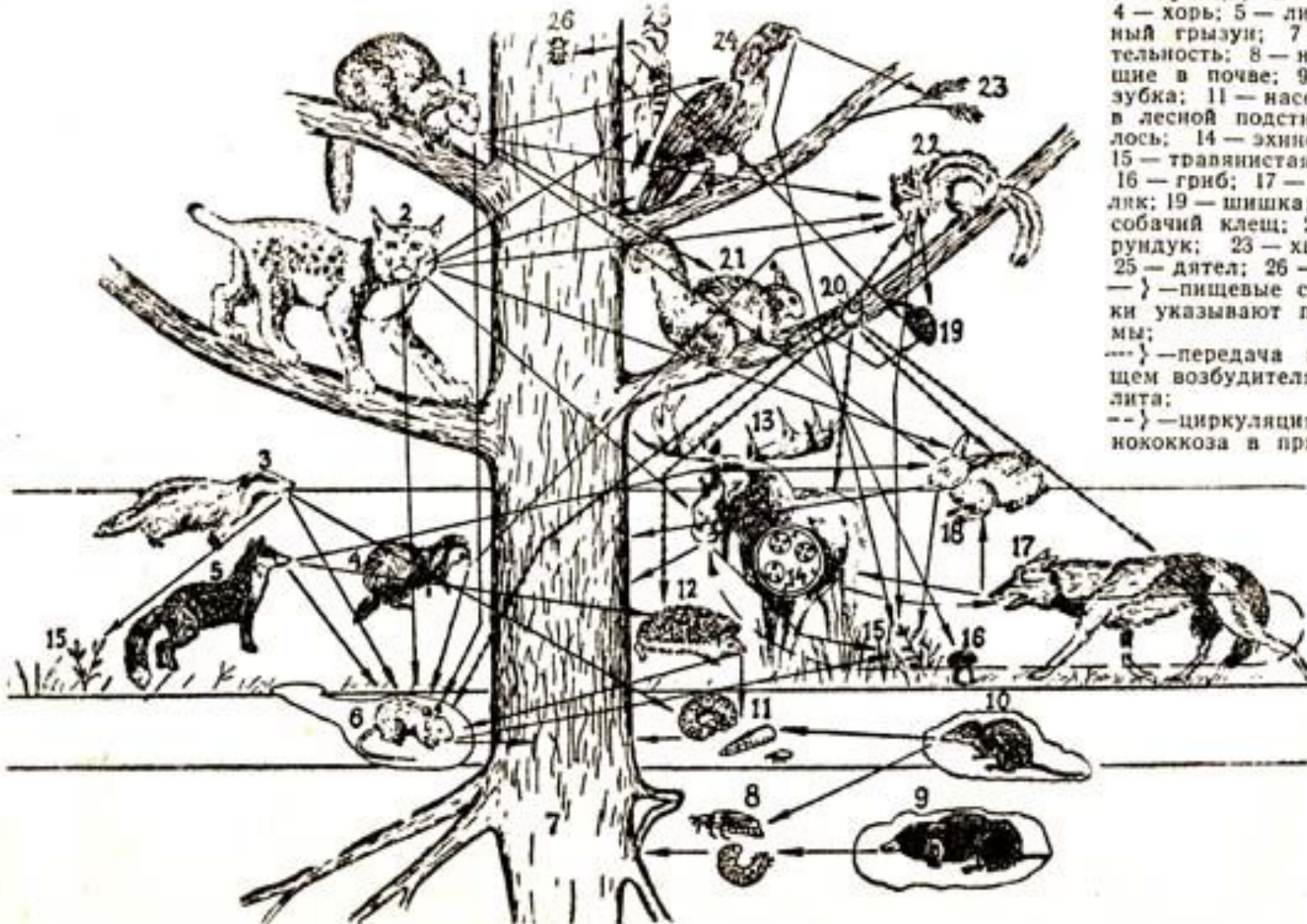
Детритний ланцюг



Детритний ланцюг, заснований на листках мангрових дерев, що падають у мілку водойму (за Кучерявий, 2001)

Трофічна структура екосистеми

Трофічна мережа

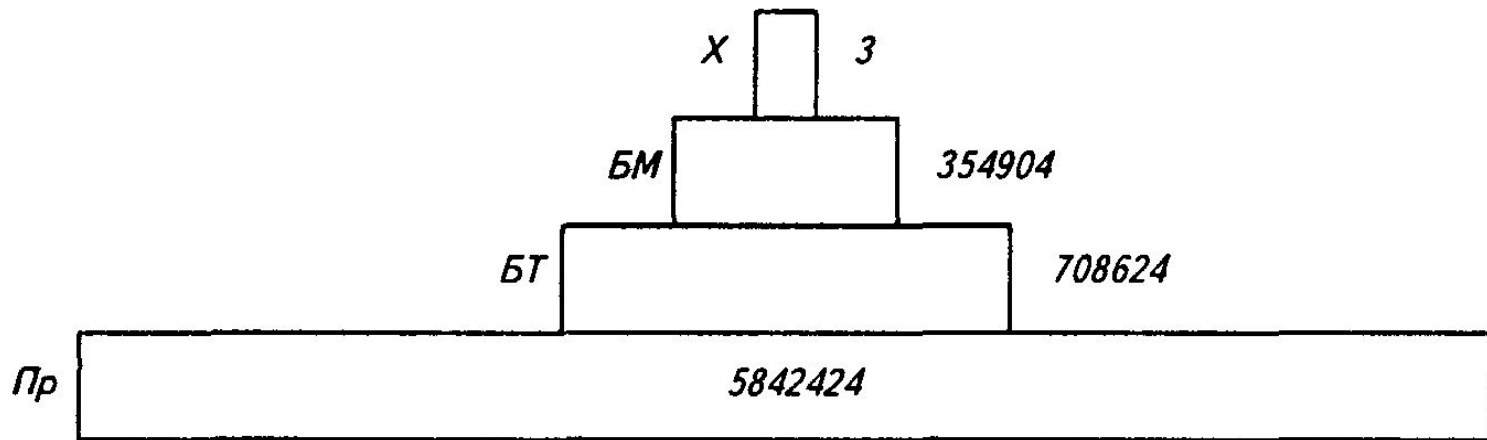


1 — хуниця; 2 — рысь; 3 — барсук;
 4 — хорь; 5 — лисица; 6 — мышевидный грызун; 7 — древесная растительность; 8 — насекомые, обитающие в почве; 9 — крот; 10 — бурозубка; 11 — насекомые, обитающие в лесной подстилке; 12 — еж; 13 — лось; 14 — эхинококковый пузырь; 15 — травянистая растительность; 16 — гриб; 17 — волк; 18 — заяц-беляк; 19 — шишка; 20 — кровососущий собачий клещ; 21 — белка; 22 — бурзундук; 23 — хвоя; 24 — глухарь; 25 — дятел; 26 — жук-короед;
 — } —пищевые связи, причем стрелки указывают поедаемые организмы;
 ---- } —передача кровососущим клещем возбудителя таежного энцефалита;
 --- } —циркуляция возбудителя эхинококкоза в природе.

Трофічна структура екосистеми

Трофічні піраміди

Піраміда чисельності



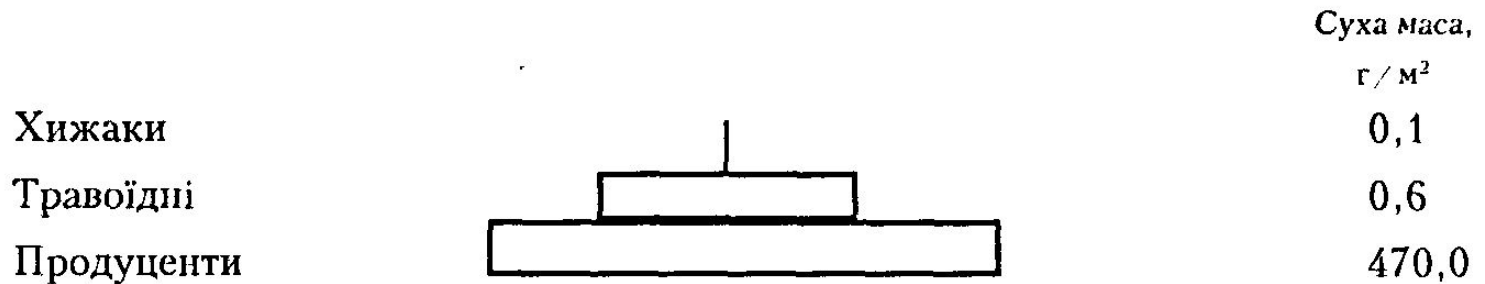
Пр – продуценти, БТ – безхребетні травоїдні, БМ – безхребетні м'ясоїдні, Х – хребетні (цифри кількість особин) (за Кучерявим, 2001)

Трофічна структура екосистеми

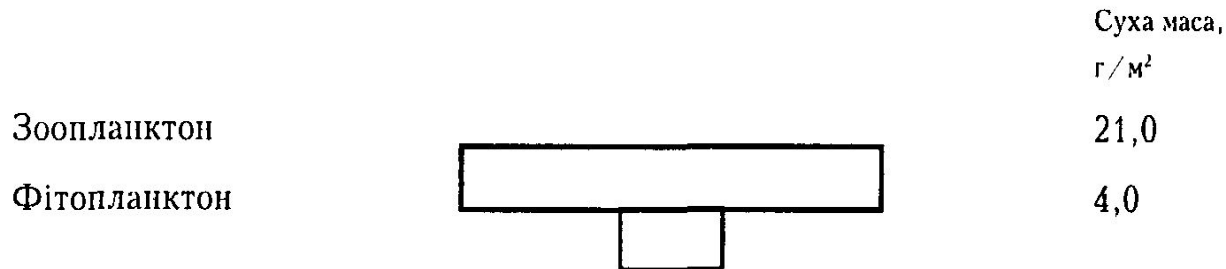
Трофічні піраміди

Піраміда біомаси

Звичайна піраміда
(переліг в Джорджії, США)



Перекинута піраміда
(води Ла-Маншу)



Перекинута піраміда (за Кучерявим, 2001)

Трофічна структура екосистеми

Трофічні піраміди

Піраміда енергії



Затримка енергії та її передача наступному трофічному рівню. (заштриховані ділянки показують енергію, яка утримується цією системою після кожного переходу на наступний рівень. Стрілки вказують втрату енергії)

Трофічна структура екосистеми

Трофічні піраміди

Піраміда енергії

Правило Ліндемана (10%)

"...перехід енергії з одного трофічного рівня на інший супроводжується її розсіюванням у формі теплової енергії.... Причому при переході енергії на кожний наступний трофічний рівень її розсіюється майже 90%..."



Раймонд Ліндеман
(1915 - 1942)
американський
еколог

Продуктивність екосистеми

Енергія сонця в результаті поглинання продуцентами перетворюється на енергію хімічних зв'язків органічних речовин (переважно).



Ефективність поглинання енергії та її кількість пропорційна кількості органічної речовини, що синтезувалася.



Основним показником продукції біоценозів є **біомаса** – кількість живої речовини біоценозу, яка виражена в питомих одиницях маси (г/м², кг/га, г/м³) або в енергетичних одиницях (Дж/м², Дж/м³).

Продуктивність екосистеми

Біологічна продукція біоценозу (або просто продукція) – біомаса, вироблена біоценозом за певний період часу (кг/м² на добу, Дж/м² на місяць).

Валова первинна продукція біоценозу (ВПП) – біомаса (енергія), вироблена продуцентами за одиницю часу.

Екосистема (Біом)	Біомаса, т/га	ВПП, т/га за рік
Пустелі	0,1–0,5	0,1–0,5
Центральні зони океану	0,2–1,5	3–6
Тундра	1–8	1–4
Степ	5–12	3–8
Агроценози	—	3–10
Тайга	70–150	5–10
Листяні ліси	100–250	10–30
Вологий тропічний ліс	500–1500	25–60
Кораловий риф	15–50	50–120

Продуктивність екосистеми

Теоретично можлива біологічна продукція біоценозу обмежується ефективністю фотосинтетичного апарату рослин. Лише 44% випромінювання Сонця відноситься до фотосинтетично активної радіації (ФАР).

Максимально можливий ККД фотосинтезу 10-12% від енергії ФАР. Середньодобовий ККД 5% - характерний для тепличних лісів. На території України ККД фотосинтезу 1,2-1,5%. 20-70% енергії витрачається рослинами на процеси дихання.

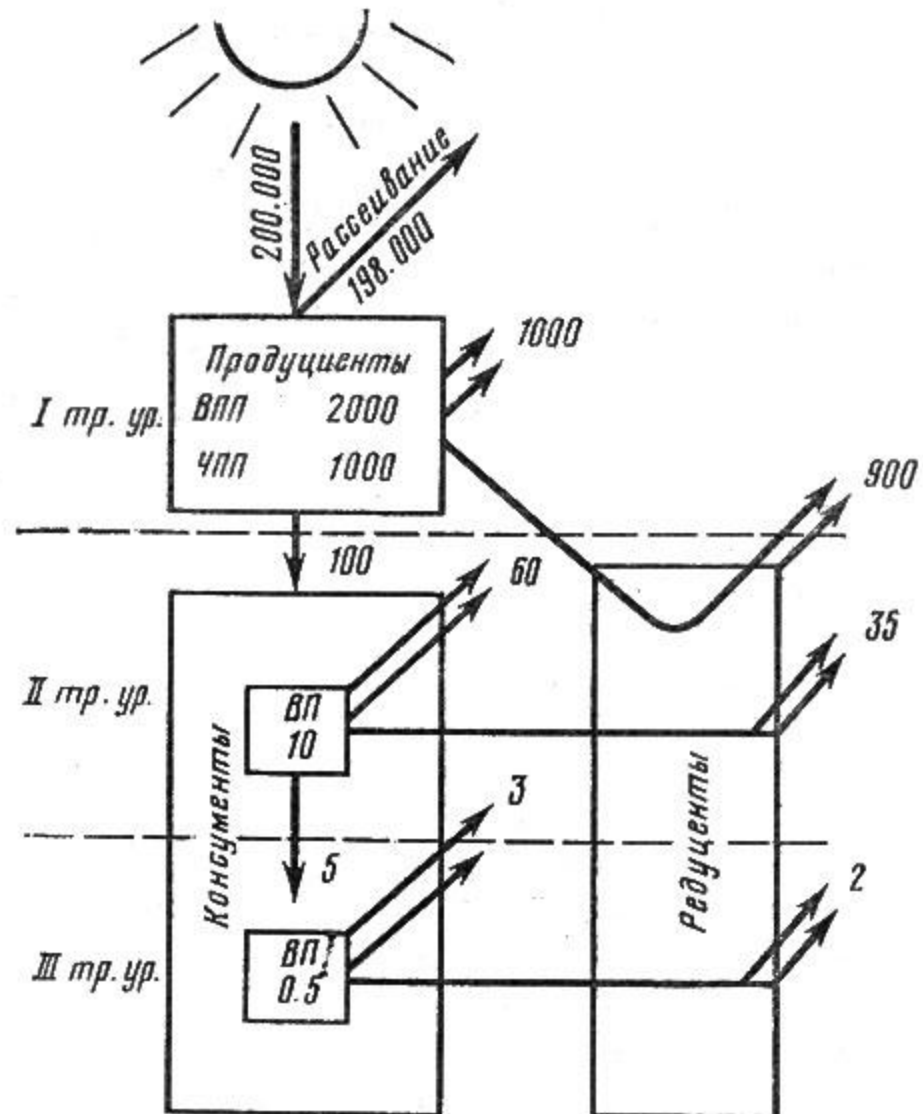
Чиста первинна продукція = ВПП - Дихання

Продуктивність екосистеми

Вторинна продукція -
біомаса (енергія),
синтезована гетеротрофними
організмами за одиницю
часу на величину площі
(об'єму).

Величину вторинної
продукції розраховують для
певного трофічного рівня.
Вторинна продукція складає
1-10% від чистої первинної
продукції.

Вторинна продукція =
Асимільована енергія -
Дихання



Динаміка біоценозів

Періодичні

Неперіодичні

Добові

Сезонні

Багаторічні

Зміна якісних характеристик біоценозу

Зміна якісних і кількісних характеристик біоценозу

Значні зміни якісних і кількісних характеристик біоценозу



Динаміка біоценозів

Періодичні

Неперіодичні

Випадкові

повінь, ураган,
землетрус та ін.

Поступальні



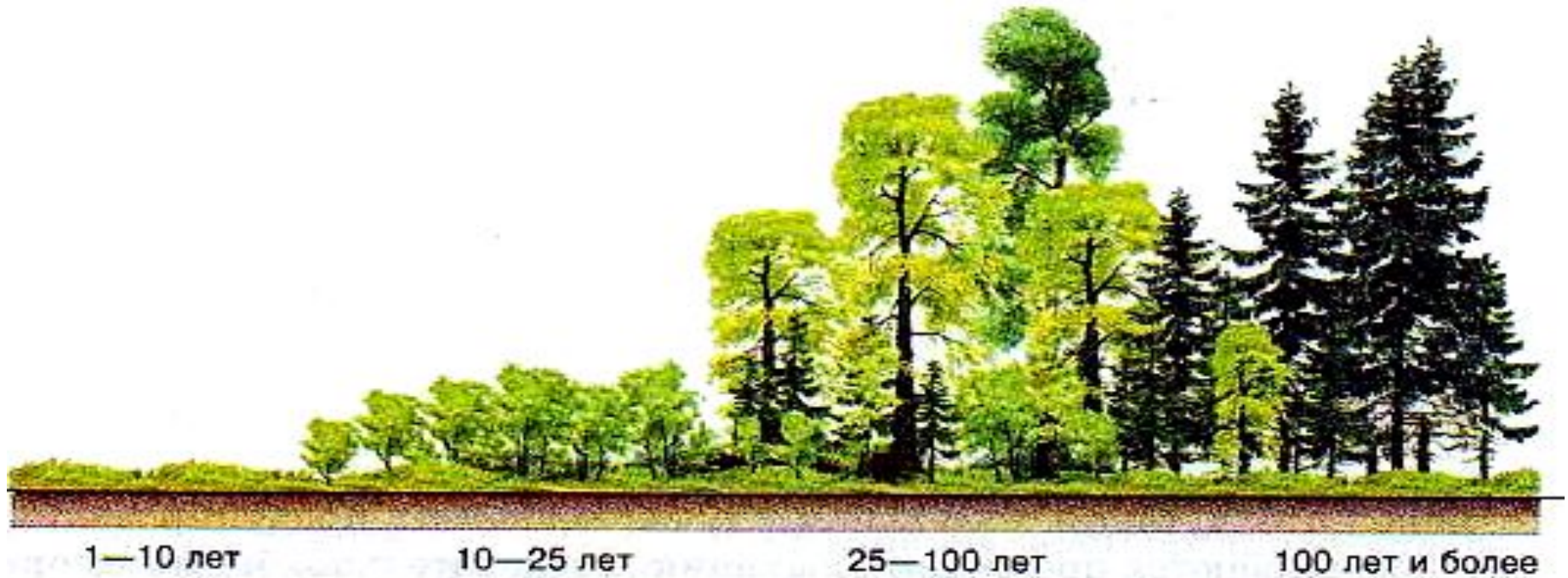
Динаміка біоценозів

Періодичні

Неперіодичні

Випадкові

Поступальні



1—10 лет

10—25 лет

25—100 лет

100 лет и более

Сукцесія - закономірний історичний процес послідовної зміни певного біоценозу іншим в результаті спрямованої зміни абіотичного оточення.

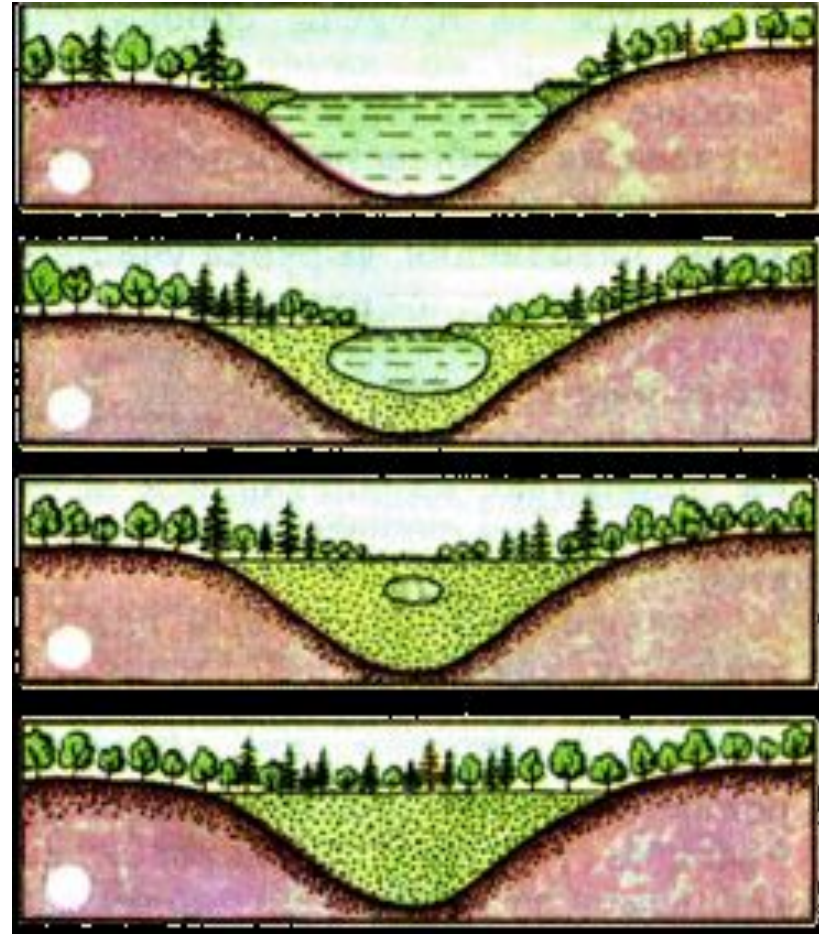
Динаміка біоценозів

Періодичні

Неперіодичні

Випадкові

Поступальні



Динаміка біоценозів

Типи сукцесій

Автотрофні

**Продукція більше
витрат на дихання**

Гетеротрофні

**Продукція менше
витрат на дихання**



Дорога з Мар'їної гори на с. Пекарі



Купа гною

Динаміка біоценозів

Типи сукцесій: Автотрофні (в залежності від місця виникнення)

Первинні



- 1) виникнення місця, позбавленого життя;
- 2) міграція на нього різних організмів або їх стадій, для розселення;
- 3) приживання організмів;
- 4) конкуренція їх між собою і витіснення окремих видів;
- 5) перетворення організмами місцеперебування, поступова стабілізація умов і відносин.

Тривають століття і тисячоліття

Вторинні



- 1) зберігається ґрунт,
- 2) насіння,
- 3) зачатки і частини попереднього населення і зв'язків

Тривають порівняно швидко

Динаміка біоценозів

Типи сукцесій: Автотрофні
(в залежності від причин виникнення)

Ендогенні

Екзогенні

Автогенетичні

Сингенетичні

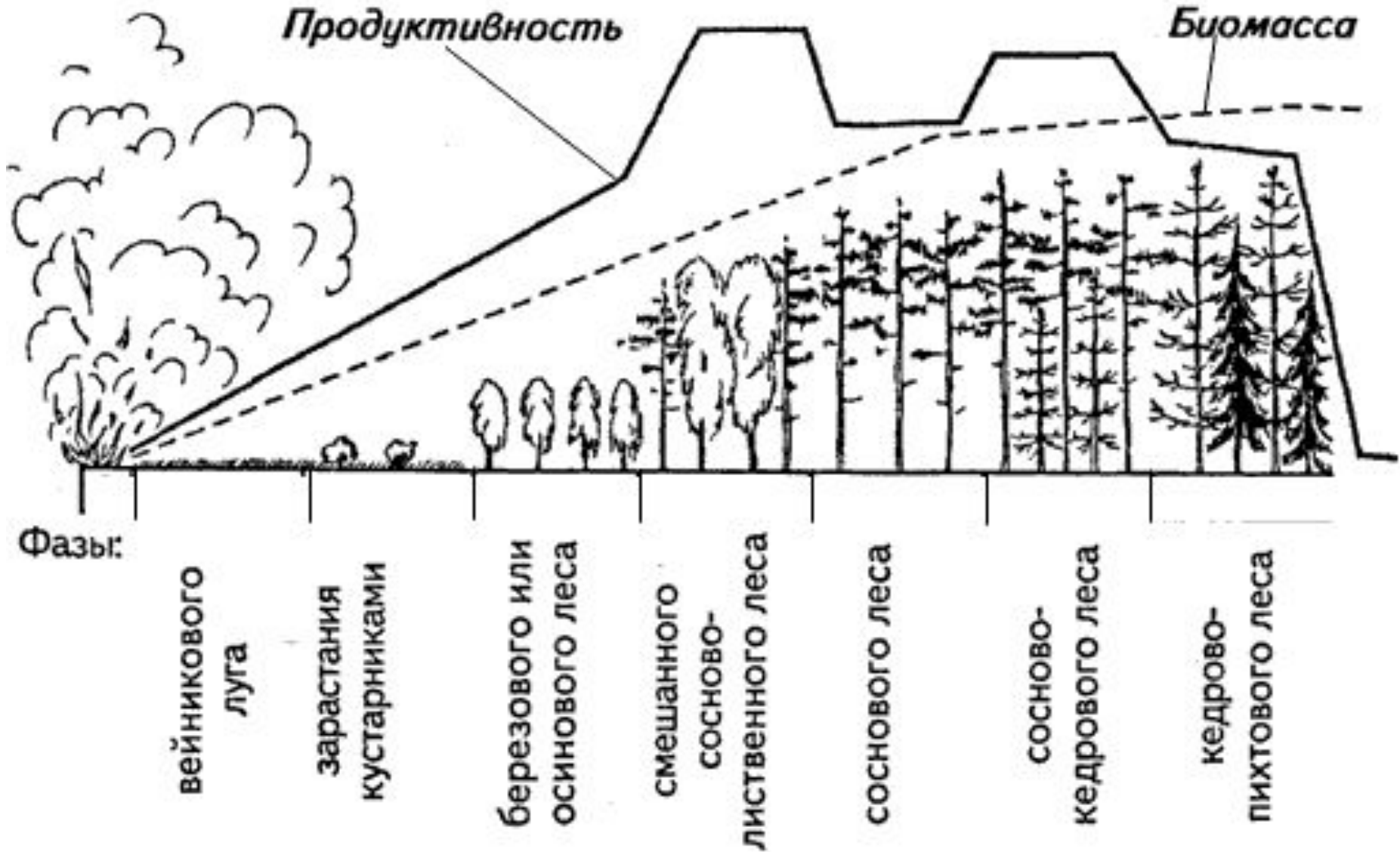
Види в результаті життєдіяльності змінюють умови середовища навколо себе так, що одні види починають витісняти інші і на зміну одного біоценозу приходить інший

Спостерігаються тоді, коли новий вселився вид починає дуже швидко розмножуватися і поступово витісняє місцеві види



Опунція

Динаміка біоценозів

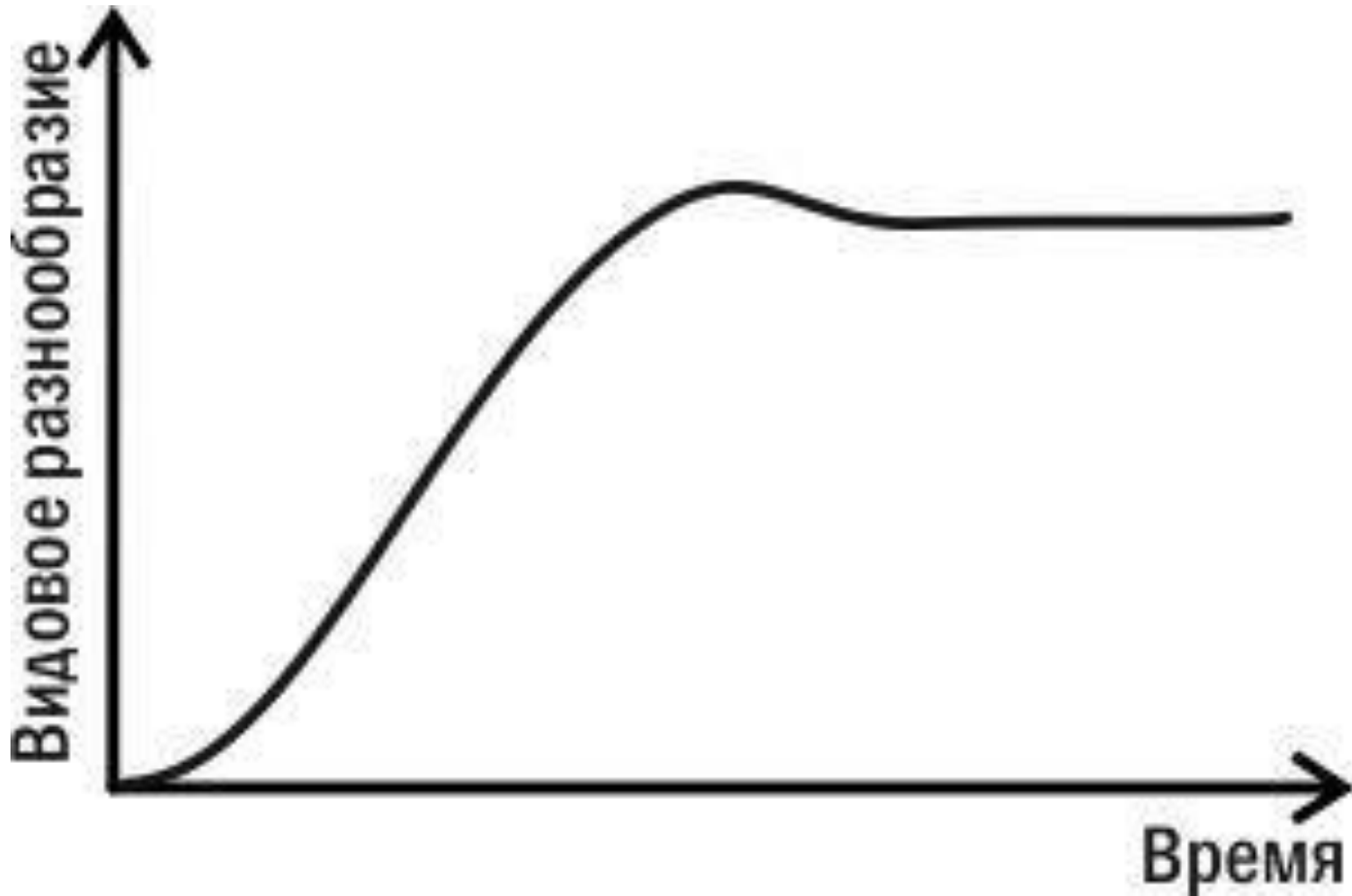


Динаміка біоценозів



Зміна продуктивності в ході автотрофної сукцесії

Динаміка біоценозів



Зміна видового різноманіття в ході сукцесії

Динаміка біоценозів

Типи сукцесій: Автотрофні
(моделі автогених сукцесій)

Модель полегшення - сукцесія настільки змінює умови або доступність ресурсів у місці проживання, що стає можливим поселення нових видів.



Модель толерантності - види більш пізніх стадій потребують меншої кількості ресурсів і здатні досягати зрілості у присутності більш ранніх видів, витісняючи їх у конкурентній боротьбі

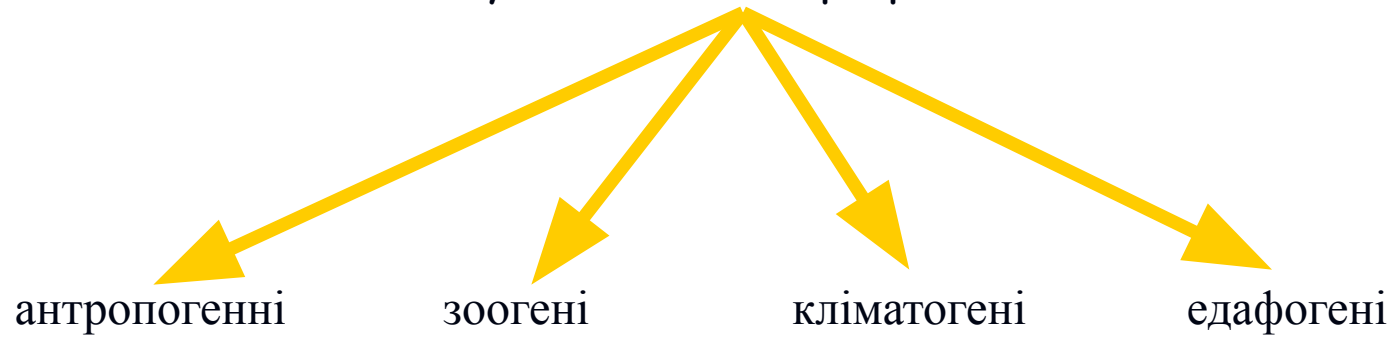


Модель інгібування - пізніші види поступово збільшують свою чисельність, захоплюючи місця, що звільняються при відмиранні попередників.



Динаміка біоценозів

Типи сукцесій: Автотрофні: Екзогені



пустирь



Перевипас



засолен
ня

Стійкість екосистем

Чому важливо це знати?

1. Як системи вони реагують на подібний вплив і як приблизно стануть реагувати на нього в майбутньому.
2. Чому угруповання такі, якими вони є? Які у нього є стабілізуючі властивостей?



Стійкість екосистем

Механізми регуляції екосистемних процесів

Принцип Ле Шательє - Брауна - при зовнішньому впливі, яке виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в напрямку, при якому ефект зовнішнього впливу зменшується



Стійкість екосистем

Механізми регуляції екосистемних процесів

Механізм зворотнього зв'язку.



Стійкість екосистем

Механізми регуляції екосистемних процесів

1. Механізм зворотнього зв'язку.
2. Надмірність функціональних компонентів.
3. Різноманітність видів?



СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМ

СТІЙКІСТЬ - властивість системи зберігати притаманні їй риси і особливості (склад і структуру) за умов впливу факторів, що виводять систему зі стану рівноваги.

Пружна

Резистентна

(2 чи 3) (рис. 8.9).

