

ЛЕКЦІЯ №1
з курсу «Фізіологічна екологія»
на тему:
«Вступ до фізіологічної екології»

**Викладач курсу: доцент кафедри фізіології,
імунології і біохімії з курсом
цивільного захисту та медицини
Григорова Наталя Володимирівна**



ПЛАН

1. Фізіологічна екологія: визначення, завдання, методи та прийоми роботи, зв'язок з іншими науками.
2. Історія розвитку фізіологічної екології.
3. Значення еколого-фізіологічних досліджень.
4. Загальні принципи та механізми адаптацій.
5. Поняття про стрес і стресорний вплив.



РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гончаренко М. С., Бойчук Ю. Д. Екологія людини : підручник. Суми : Університетська книга. 2023. 400 с.
2. Екологічна фізіологія людини : навч. посіб. для студентів спеціальності 091 Біологія, освітньо-професійних програм Біологія, Лабораторна діагностика / укладачі : Т. Ф. Поручинська, І. Ф. Пасичнюк, А. І. Поручинський. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2021. 272 с.
3. Медична фізіологія за Ґайтоном і Голлом [Текст = Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology : підруч.: пер. з англ. 14-го вид. : у 2 т. / Дж. Е. Голл, М. Е. Голл ; наук. ред. пер.: К. Тарасова, І. Міщенко. Київ : ВСВ Медицина, 2022. Т. 1. 634 с.
4. Пашко К. О., Кашуба М. О., Лотоцька О. В. Гігієна та екологія : підручник. Терновіль : Укрмедкнига, 2022. 528 с.
5. Фізіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / за ред. В. Г. Шевчука; рец.: Г. І. Ходоровський, І. С. Магура, О. О. Мойбенко; МОЗ України. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2021. 448 с.

1. Фізіологічна екологія: визначення, завдання, методи та прийоми роботи, зв'язок з іншими науками

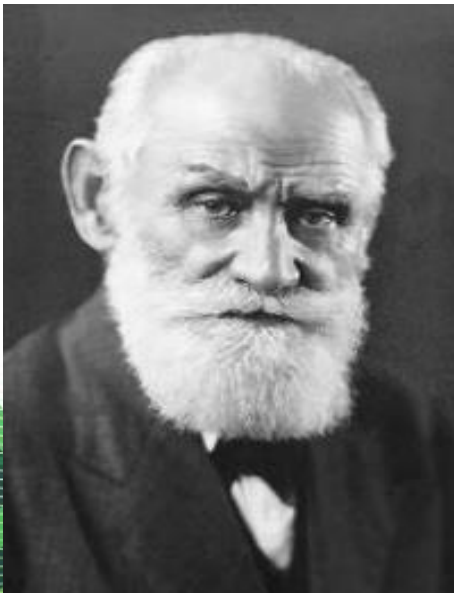
Фізіологічна екологія – розділ фізіології, який вивчає особливості життєдіяльності організму в залежності від клімато-географічних умов і конкретного середовища мешкання.

Завданням фізіологічної екології є дослідження **фізіологічних адаптацій** – сукупності фізіологічних особливостей, які обумовлюють урівноваження організму з умовами середовища, що постійно змінюються.





Сеченов І. М.



Павлов І. П.

Як фізіологічна дисципліна фізіологічна екологія являє собою гілку **еволюційної фізіології** – предмета, що ставить своїм завданням вивчення походження фізіологічних функцій, їх еволюцію в зв'язку із загальною еволюцією органічного світу. Проблеми еволюційної фізіології були чітко декларовані в нашій країні на підставі матеріалістичного вчення **Сеченова І. М., Павлова І. П.**, яке є подальшим розвитком еволюційного вчення Дарвіна. Принципові положення цього вчення слугують основою як при збиранні матеріалу, так і його узагальненні в плані рішення багатьох теоретичних і практичних задач. Фізіологічна екологія користується **фізіологічними методиками дослідження** та **фізіологічним експериментом**.

У роботі з фізіологічної екології практика виявила **два основних прийоми**. **Перший з них** – **використання масового польового (звичайно експедиційного) матеріалу** – тварин, яких відловлюють безпосередньо перед постановкою дослідів. Фізіолог у цьому випадку отримує тварин безпосередньо з природи та одночасно використовує велику кількість відомостей про їхнє життя в природі, обробляючи їх відповідно поставленому завданню, та ставить дослід у відповідності з цими природними умовами. Особливого значення в польовій роботі фізіологів набувають **дистантні методи** дослідження. Зараз у фізіологічній екології застосовують **метод мічених атомів**, який дозволяє чітко дослідити розселення організмів на даній території. Велике значення мають дослідження за допомогою **реєстрації по радіо фізіологічних функцій** (пульсу, дихання, електричних явищ у тканинах і органах, рухів).



Інший важливий прийом роботи – утримання тварин у неволі, в лабораторії. При цьому відкриваються можливості використовувати тварин, історія яких відома по можливості повніше (строки та місце вилову, умови утримання). В останній час все частіше використовують тварин, які народилися та виросли в лабораторії.

Еколого-фізіологічні дослідження дуже рідко можуть обмежуватися вивченням тільки одного будь-якого органа чи системи. Як правило, адаптація будь-якої системи до умов існування супроводжується змінами поєднаних функцій.



Фізіологічна екологія тісно пов'язана з проблемами екології як самостійної науки про пристосування видів і популяцій у широкому біологічному плані, – науки, що спирається на дані генетики, зоогеографії, кліматології, не кажучи вже про морфологію та систематику тварин.



2. Історія розвитку фізіологічної екології



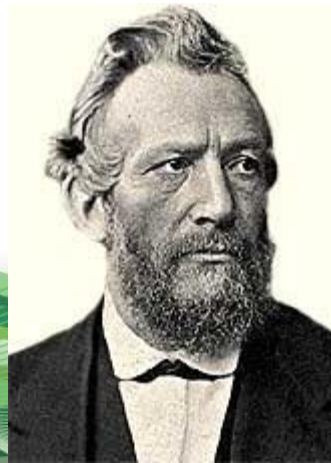
Пфлюгер Е.



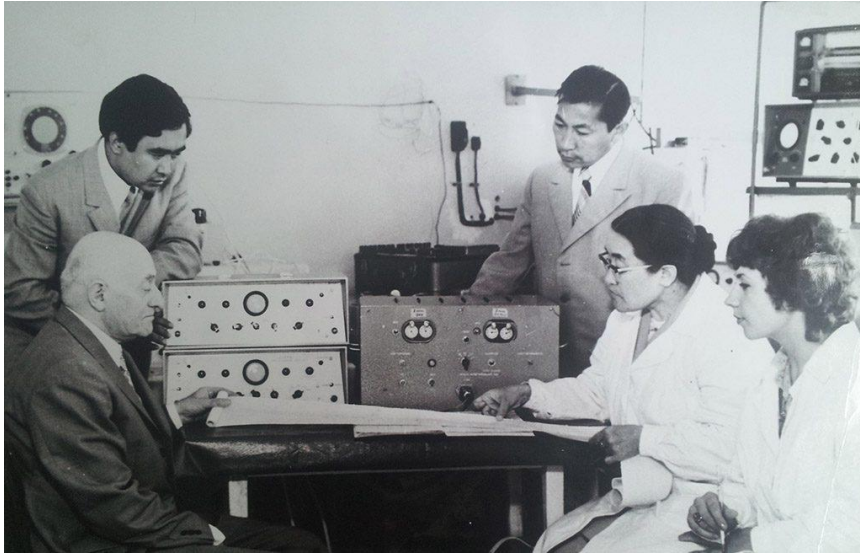
Є.М. Кребс

Передумови сучасних еколого-фізіологічних досліджень можна бачити в роботах фізіологів 19 століття, що багато зробили для розуміння впливу окремих чинників середовища на тваринний організм. До таких досліджень слід віднести роботи **Бера** про кисневе голодування, **Пфлюгера** та **Ріше** про терморегуляцію, **Дюбуа** про зимову сплячку, **Моссо** про м'язову діяльність та кровообіг.

Перші спроби спеціалізованих еколого-фізіологічних зіставлень у вітчизняній літературі належать **Є. М. Кребсу** (1936).



Дюбуа-Реймон Е. Г.



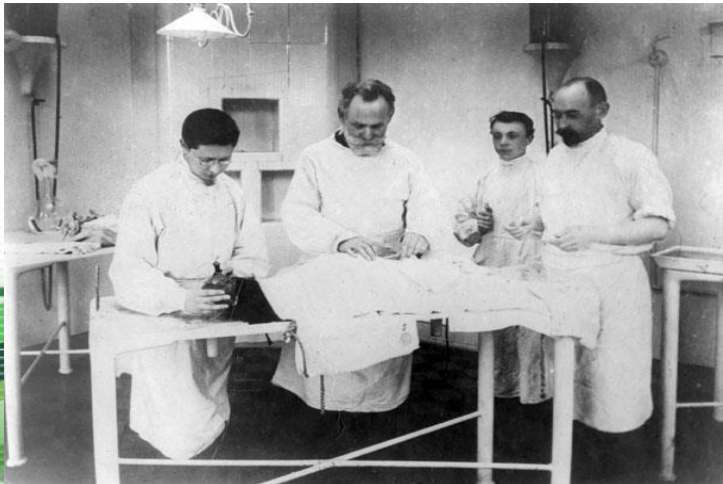
**Слонім А. Д. и Исабаева В. А.
в лабораторії**

Еколого-фізіологічні дослідження терморегуляції були виконані в 1935 і 1940 рр. **А. Д. Слонімом** і **О. П. Щербаковою**. Потім фізіологічні методи в екологічних дослідженнях були застосовані **А.С. Шаталіною** (1935), **Д.М. Кашкаровим** і **Є.П. Коровіним** (1936), **М. І. Калабуховим** (1933) і **А. І. Ізраєлем** (1936). А. І. Ізраєль опублікував перший огляд як власних і вітчизняних, так і іноземних досліджень. Ці роботи в основному мали за мету вивчення змін фізіологічних функцій під впливом певних факторів середовища.

Еколого-фізіологічні дослідження проводяться на будь-яких рівнях філогенетичного розвитку тварин.

Якщо фізіолог може використовувати різних тварин з метою отримання уявлень про розвиток тих чи інших функцій на різних етапах еволюції, то в фізіологічній екології для зіставлень необхідно мати, по можливості, близькі між собою види, але ті, що мешкають в різних умовах, історію відпочковування яких від еволюційного дерева можна було б прослідкувати. Зіставлення фізіологічних особливостей у одних і тих самих тварин, які закріпилися на різних територіях й існують в різних умовах, дозволяє глибоко проникнути в закономірності, зрозуміти особливості біохімічних процесів, тобто дати аналіз глибокого впливу певного комплексу чинників середовища на організм у процесі еволюції.

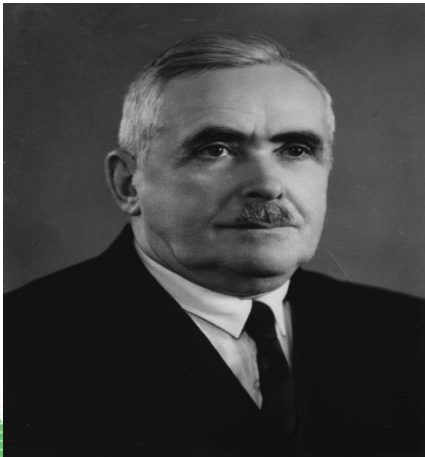
Розвиток як екологічної, так і еволюційної фізіології, міцно пов'язаний з дослідженнями школи І. П. Павлова.



Операція Павлова І. П. (1904 р.) у першій світі операційній для тварин, побудованій у 1894 р. в ІЕМі.



Орбели Л. А.



Биков К. М.

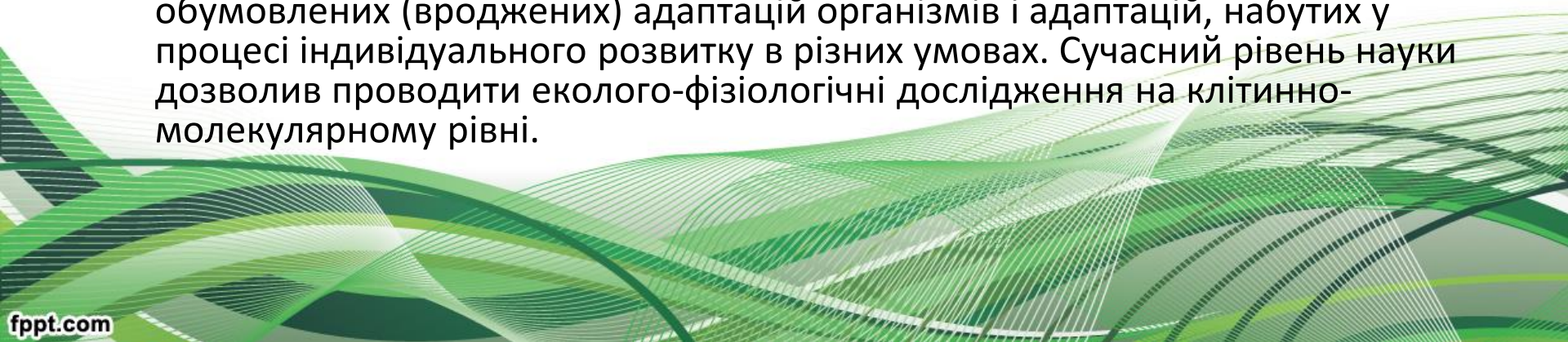
Л. А. Орбели створив передумови для вивчення еволюції фізіологічних процесів не тільки на підставі зіставлень їх у видів, що знаходяться на різних сходах еволюційної драбини, але і використовуючи фізіологічний експеримент і дані патології людини. Ним обґрунтовані прийоми виявлення більш старих і більш нових елементів у діяльності ЦНС (мозочка, лімбічної кори) в регуляції функцій організму сучасних тварин.

Вчення про кортикальні регуляції функцій, розроблене **К. М. Биковим** та його співробітниками, відкрило широкі перспективи аналізу взаємовідношень складної поведінки та регуляцій фізіологічних функцій тварин і людини. Саме поняття про середовище мешкання значно ускладнилося завдяки виділенню як фізичних, так і сигнальних його чинників, які діють на організм.

Можливість утворення умовних рефлексів, які змінюють як функцію окремих органів і систем (залози травного тракту, гладенька мускулатура, нирка, ССС, система крові, дихання), так і загальну життєдіяльність організму та її проявів загальний обмін речовин, азотистий і вуглеводний обмін, відкрили зовсім нові шляхи до вивчення взаємовідносин між організмом і зовнішнім середовищем. Цей шлях дослідження дозволив зрозуміти й багато сторін походження патологічних явищ, викликаних порушеннями діяльності головного мозку.

Нарешті, **Д. А. Бірюковим** (1948, 1960) розроблено **уявлення про значення адекватності подразника** (у тому числі й природного) як для виявлення вродженої – безумовнорефлекторної діяльності, так утворення умовних рефлексів. За його явленнями, нервова система тварин відбиває не тільки рівень розвитку на філогенетичній драбині тваринного світу, але й вельми тонко екологічні умови існування даного виду. Це виражається як в особливостях складнорефлекторної діяльності, так і властивостях нервової системи, її збудливості, силі й рухливості нервових процесів.

Усі ці дослідження намічають основні шляхи вивчення реакції тварини на зовнішнє середовище в зв'язку з рівнем його організації та умовами існування в природі. Відкрилися можливості виділення генетично обумовлених (вроджених) адаптацій організмів і адаптацій, набутих у процесі індивідуального розвитку в різних умовах. Сучасний рівень науки дозволив проводити еколого-фізіологічні дослідження на клітинно-молекулярному рівні.

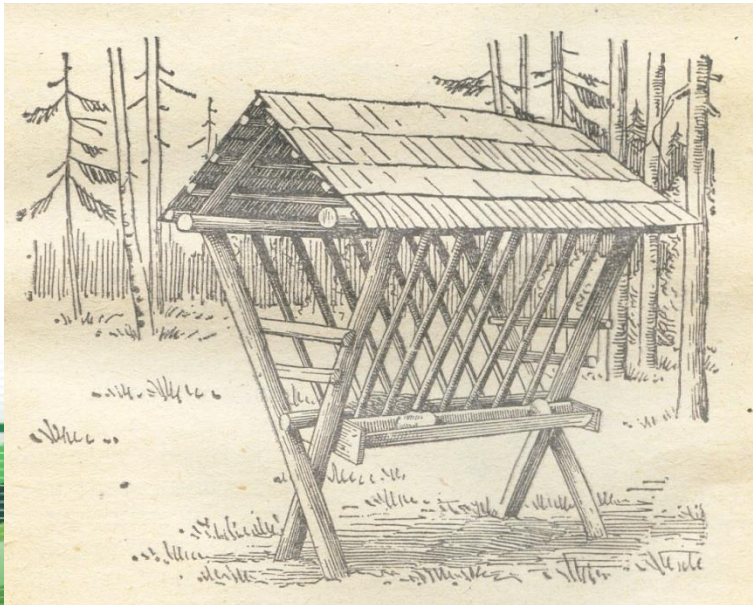


3. Значення еколого-фізіологічних досліджень

Практичне значення еколого-фізіологічних досліджень дуже велике. Крім фактичних даних, важливих для гігієнічних заходів, фізичного виховання людини, широкого планування оздоровчих заходів, які стосуються життя та діяльності людини, величезне значення вони набувають для с/г фізіології, фізіології корисних і шкідливих для с/г тварин. Питання породного районування та збільшення продуктивності тварин, наукове обґрунтування норм харчування в різних умовах утримання, спеціальні прийоми по вирощуванню молодняку. Не менш важлива й боротьба зі шкідливими для с/г і здоров'я людини тваринами. Практичною проблемою є наукове обґрунтування приманочного методу боротьби зі шкідливими гризунами, прогнозування їх розмноження та планування заходів по боротьбі зі шкідливими тваринами, захист посіву від ушкоджень.



Важливе значення цих досліджень для розведення корисних представників дикої фауни, для відновлення та збільшення чисельності мисливських промислових тварин. У той же час еколого-фізіологічні дослідження потребують аналізу явищ, які спостерігаються в природній обстановці на усіх рівнях фізіологічної інтеграції, на рівні цілісного організму, на органному, системному, тканинному, клітинному, і нарешті, молекулярному.



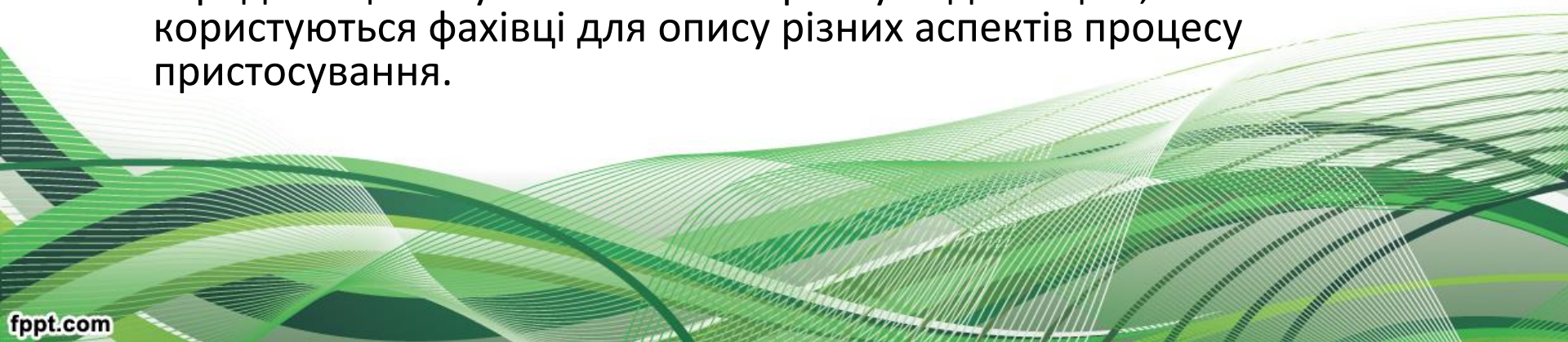
4. Загальні принципи та механізми адаптацій

Гомеостаз забезпечується складною системою координованих пристосувальних (адаптаційних) механізмів.

У відповідь на вплив подразників зовнішнього середовища організм в цілому і окремі його системи відповідають реакцією **фізіологічної адаптації** – активного пристосування. Адаптація завжди спрямована на попередження порушень гомеостазу.

Ефективність адаптації знаходиться в прямій залежності від досконалості механізмів нервової і гуморальної регуляції.

Термін **«адаптація»** (пристосовувати) позначає сукупність фізіологічних реакцій, що забезпечують пристосування будови та функцій організму або його органу до зміни навколишнього середовища. Існують аналоги терміну «адаптація», якими користуються фахівці для опису різних аспектів процесу пристосування.



Набув широкого поширення термін **«акліматизація»**, яким визначають адаптацію до нових кліматичних умов і біологічного оточення. «Акліматизацією» називають реакції організму на зрушення будь-якого одного з зовнішніх параметрів середовища, наприклад, температури або тиску.

Терміном **«адаптивність»**, або пристосовність, визначають здатність живих систем до пристосувань. Види, як і окрема особа всередині видів, можуть значно відрізнятися по пристосовності до зрушень в середовищі. **Пристосованість** або **ступінь пристосування** – це кількісна міра відповідності організму зовнішнім умовам.

Під **резистентністю** розуміється стійкість, опірність організму до дії зовнішніх чинників. **Специфічна резистентність** – стійкість по відношенню до певного фактору, **неспецифічна резистентність** – по відношенню до різних факторів.



Деадаптація – це порушення адаптивних реакцій організму, процес, зворотний адаптації. Деадаптація виникає в результаті впливу на організм факторів середовища, які кількісно перевищують можливості системи, що адаптується.

Деадаптації призводять до **дисфункції** – неможливості для організму виконувати функції у результаті порушення структур, відповідальних за адаптацію. Якщо екстремальний (надмірний, граничний) вплив не викликає порушень в органах і системах, то можлива **реадаптація**, тобто здатність організму після припинення дії травмуючого фактора, повертати залучені в процеси системи в початкове положення. Особливість реактації полягає в тому, що організм, що випробував вплив підвищеного навантаження, зберігає слід, пам'ять про навантаження, фіксуючи зміни, що в ньому проходять.



Абіотичні фактори прямо або опосередковано, через зміну інших факторів, впливають на обмін речовин в організмі. Деякі з них відіграють роль сигналу: не впливаючи безпосередньо на обмін, вони поєднуються з іншими впливами, сигналізуючи про їх початок. Тому сприйняття сигнальних факторів може заздалегідь підготувати організм до зміни середовища.

Існують два типи пристосувань до зовнішніх чинників. Перший полягає в формуванні певної міри стійкості до даного фактору, здатності зберігати функції при зміні сили його дії. Це адаптація за типом толерантності (витривалість, терплячість) – **пасивний шлях адаптації**. Такий тип пристосування діє переважно на клітинно-тканинному рівні. Другий тип пристосування – **активний шлях адаптації**.



За допомогою специфічних адаптивних механізмів організм людини та тварин компенсує зміни фактора таким чином, що внутрішнє середовище залишається відносно сталим. Відбувається адаптація по типу резистентності (опір, протидія). Тут активні пристосування підтримують гомеостаз внутрішнього середовища організму. **Біотичні фактори** (тваринна і рослинна їжа, збудники хвороб, паразити тощо) надають інший ефект: діючи на організм людини, вони в той же час піддаються впливу з його боку.

Крім якісної специфіки фактора (вплив на ті чи інші процеси в організмі), що залежить від його фізико-хімічної природи, характер впливу і реакція на нього з боку організму людини та тварин багато в чому визначаються й інтенсивністю фактора, його **«дозуванням»**.

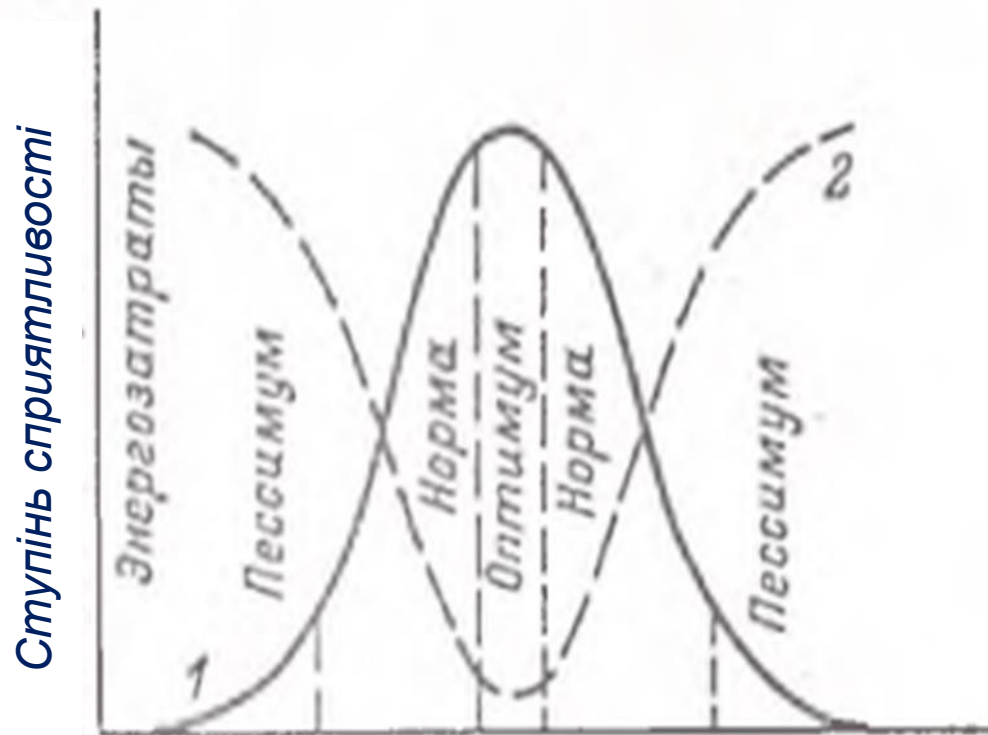
Кількісний вплив умов середовища визначається тим, що такі фактори, як температура, опади, вологість середовища, наявність кисню і інших життєво важливих елементів, у тій чи іншій дозі необхідні для нормального функціонування організму, тоді як нестача або надлишок того ж фактора гальмує життєдіяльність. **Кількісне вираження, (або «доза») фактора**, відповідне потребам організму і забезпечує найбільш сприятливі умови для його життя, розглядають як **оптимальне** (благородне, краще).

Специфічні адаптивні механізми, властиві людині, дають йому можливість переносити певний розмах відхилень фактора від оптимальних значень без порушення нормальних функцій організму. Зони, коли кількісне вираження фактора, що відхиляється від оптимуму, але не порушує життєдіяльності, визнаються як **зони норми**. Таких зон дві, відповідно відхиленню від оптимуму в бік нестачі дозування фактора і в бік його надлишку.

Подальше зрушення в бік нестачі або надлишку фактора може знизити ефективність дії адаптивних механізмів і навіть порушити життєдіяльність організму. При крайній нестачі або надлишку фактора, що призводить до патологічних змін в організмі, виділяють зони **песимума** (заподіювати шкоду, терпіти збитки). Нарешті, за межами цих зон кількісне вираження фактора таке, що повне напруження всіх пристосувальних систем виявляється неефективним. Ці крайні значення призводять до летального результату, за межами цих значень життя неможливе.

Адаптація до будь-якого фактору пов'язана з витратою енергії.

У зоні оптимуму адаптивні механізми не потрібні й енергія витрачається тільки на фундаментальні життєві процеси, організм знаходиться в рівновазі з середовищем. При виході значення фактора за межі оптимуму включаються адаптивні механізми, що вимагають тим більше енерговитрат, чим далі значення фактора відхиляється від оптимального. Порушення енергетичного балансу організму, нарівні зі шкідливою дією нестачі або надлишку фактора, обмежує діапазон змін, які переносяться людиною.



Кількісне вираження фактора

Принципова схема впливу кількісного вираження фактору середовища на життєдіяльність організму:

1 - ступінь сприятливості даних доз для організму;

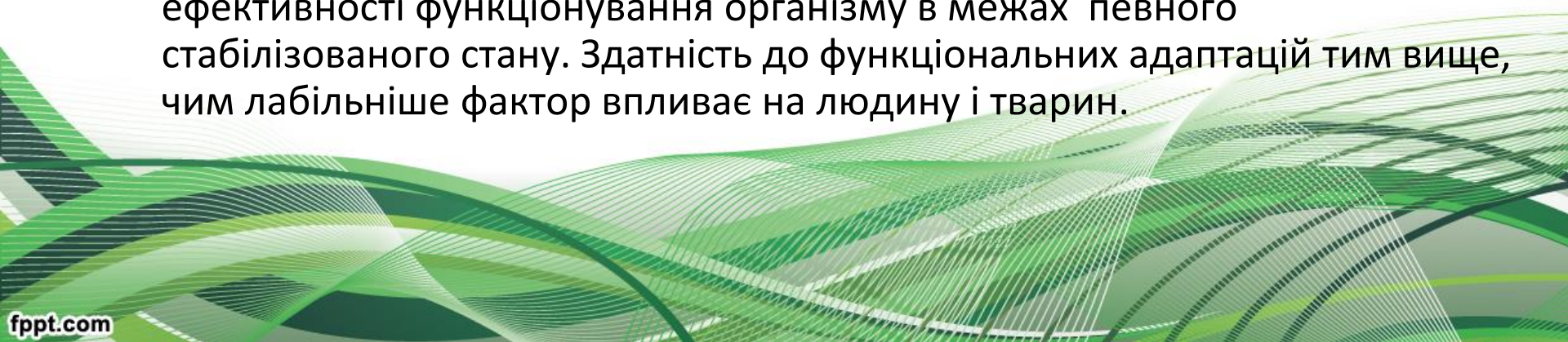
2 – величина енерговитрат на адаптацію.

Схема умовна – допускається, що усі інші фактори діють в оптимальному

Якщо зовнішні умови протягом досить тривалого часу зберігаються більш-менш постійними, або змінюються в межах певного діапазону навколо якогось середнього значення, то життєдіяльність організму стабілізується на рівні, адаптивному по відношенню до цього середнього, типового стану середовища. Саме таке «налаштування», стабілізація і відображає положення зони оптимуму на шкалі кількісних змін факторів. Так, різниця клімату визначає географічні відмінності індивідуальних властивостей організму людини в північних і південних районах країни, тобто різний рівень стабілізації адаптивних систем.

Зміна середніх умов в часі або в просторі тягне за собою перехід на інший рівень стабілізації (сезонні, температурні адаптації, типи осмо- і терморегуляції та ін.).

Але повної ідентичності умов, абсолютної їх повторюваності в природі не існує. В цьому випадку відхиленням конкретних умов від середнього рівня будуть відповідати **функціональні адаптації**, лабільно відповідають на ці зміни і спрямовані на забезпечення максимальної ефективності функціонування організму в межах певного стабілізованого стану. Здатність до функціональних адаптацій тим вище, чим лабільніше фактор впливає на людину і тварин.



Таким чином, за біологічною значущістю адаптивні механізми ділять на дві групи:

1. **Механізми, що забезпечують адаптивний характер загального рівня стабілізації** окремих функціональних систем і організму в цілому по відношенню до найбільш генералізованих і стійких параметрів зовнішнього середовища.
2. **Лабільні реакції, які підтримують відносну сталість** загального рівня систем або організму шляхом включення адаптивних реакцій при відхиленнях умов середовища від середніх показників.

Ці два рівні адаптації, діючи спільно та у взаємодії, забезпечують «підгонку» функцій організму до конкретного стану факторів середовища, а в кінцевому рахунку – стійке його існування в умовах складного і динамічного середовища.

5. Поняття про стрес і стресорний вплив

Під терміном **«стрес» (напруга)** розуміються неспецифічні психофізіологічні прояви адаптаційної активності при дії будь-яких чинників, які є значущими для організму. Для позначення стресового агента, який сильно, негативно впливає на організм, застосовується термін «стресор». Розрізняють також позитивні форми стресу – **еустрес** (наприклад, сильна радість) і негативні – **дистрес**. Найбільш важка форма дистресу – **шок**.

Початком створення концепції стресу Гансу Сельє послужив так званий **«синдром відповіді на пошкодження»**, що складається з трьох процесів: 1) збільшення і підвищення активності кіркового шару надниркових залоз; 2) зморщування та зменшення виличкової залози і лімфатичних залоз; 3) точкових виливів і кровоточивих виразок у слизовій оболонці шлунка та кишечника.

У відповідь на дію стресора стандартно розвивається один і той самий вище перелічений комплекс змін в організмі, що викликає захисну реакцію. Сукупність захисних реакцій організму, спрямована на ліквідацію стресу, отримала назву **«загального адаптаційного синдрому»**.

Виділяють три стадії стресу. Через 6 годин після стресового впливу розвивається перша стадія – **«реакція тривоги»** – мобілізація захисних сил, яка триває 24-48 годин. Жоден організм не може тривалий час перебувати в стані тривоги, і якщо він виживає, то виникає **стадія резистентності**, або стійкості, пристосування до важкої ситуації. Ця стадія призводить до підтримки нормального існування організму в нових для нього умовах. Якщо ж стресор продовжує діяти, то може наступити третя стадія – **стадія виснаження**. У цьому випадку характер діяльності ендокринних залоз близький до реакції на стадію тривоги.

СТАДІЇ СТРЕСУ

(Г. Сельє)



СТАДІЇ АДАПТАЦІЇ

(А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб)

Преадаптація

фізіологічне
напруження

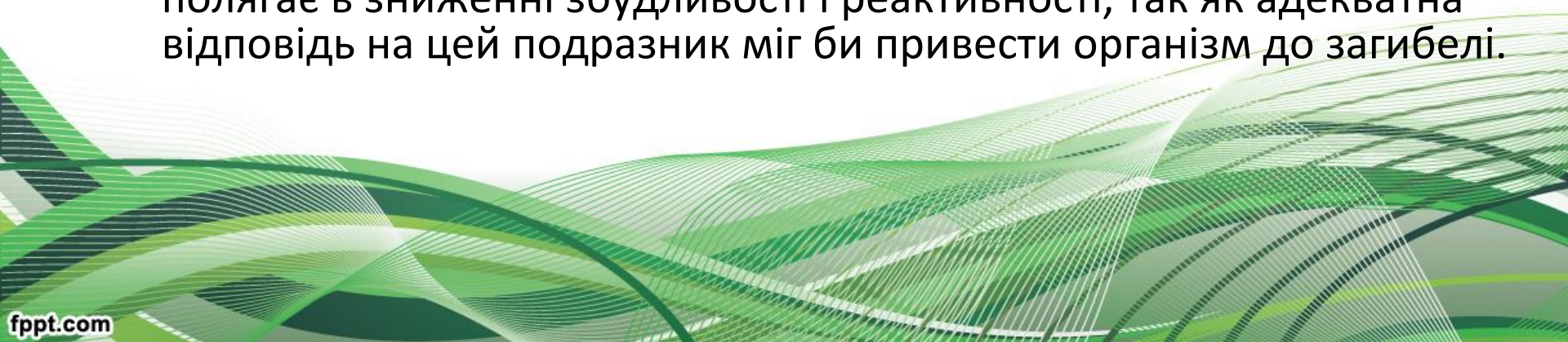
Дезадаптація



Однак, протягом стадії виснаження секреція глюкокортикоїдів продовжує знижуватися. На відміну від першої стадії, коли ця реакція веде до стимуляції організму, в третій стадії вона – заклик про допомогу або усунення стресора, що виснажує організм. При сильному і тривалому стресі такий вплив може призвести до хвороби або смерті. Вплив екстремальних факторів на організм викликає у нього великі енергетичні витрати і переважання процесів катаболізму над процесами анаболізму, при цьому адаптація організму досягається «дорогою ціною».

Загальні адаптаційні реакції організму є **неспецифічними**, тобто організм аналогічно реагує у відповідь на дію різноманітних по якості і силі подразників. При дії сильних, надзвичайних подразників в організмі виникає **«реакція стрес»**.

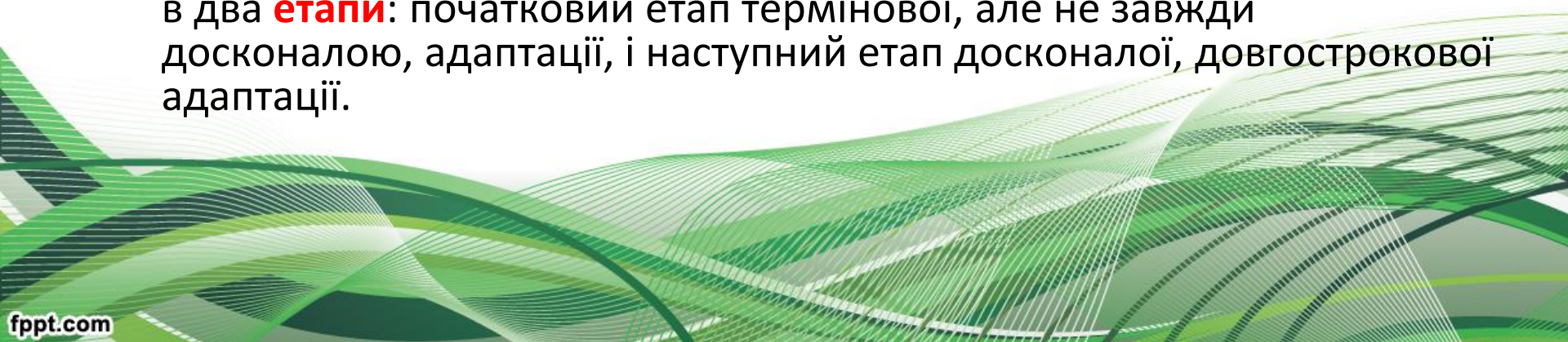
У центральній нервовій системі розвивається при цьому різке збудження, що змінюються позамежним гальмуванням – **крайньою мірою захисту**. Біологічна доцільність подібної реакції полягає в зниженні збудливості і реактивності, так як адекватна відповідь на цей подразник міг би привести організм до загибелі.

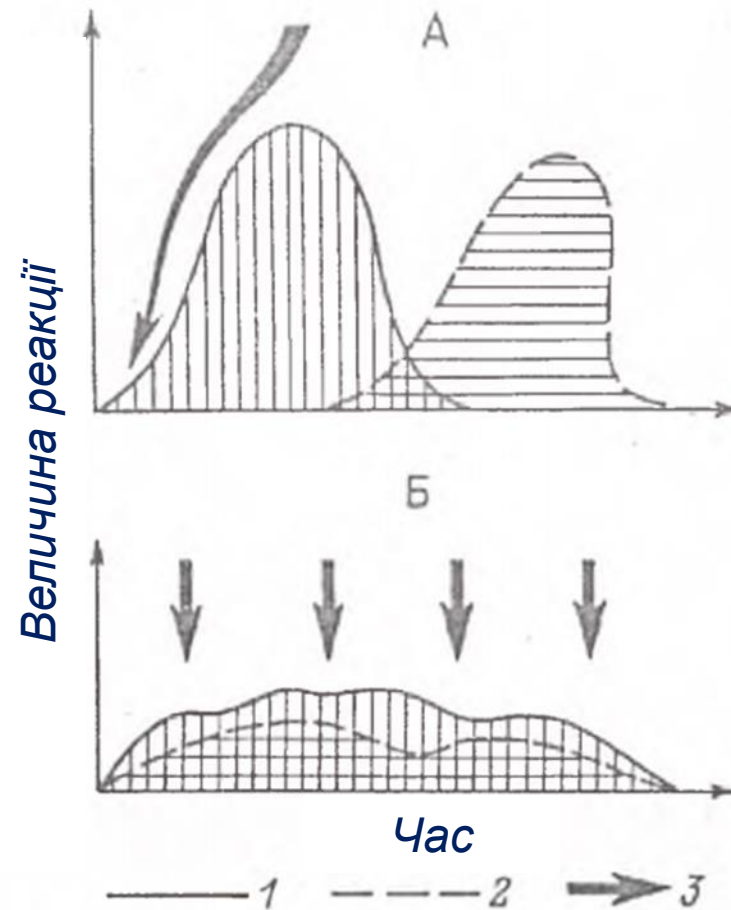


Незвичайні фактори навколишнього середовища, які мають несприятливий вплив на загальний стан, самопочуття, здоров'я і працездатність людини, називаються **екстремальними факторами**. За тривалістю впливу на організм ці фактори можуть бути **короткочасними**, вплив яких організм компенсує за рахунок наявних резервів, і **тривалі**, які вимагають адаптаційної перебудови діяльності функціональних систем людини, іноді навіть несприятливої для здоров'я.

При короткочасних впливах екстремальних факторів на організм людини запускаються всі наявні резервні можливості, спрямовані на самозбереження, і тільки після звільнення організму від екстремального впливу відбувається відновлення гомеостазу. При тривалих неадекватних впливах екстремальних факторів на організм людини функціональні перебудови визначаються своєчасним включенням процесів відновлення гомеостазу їхньою силою і тривалістю.

Більшість **адаптаційних реакцій** людського організму здійснюються в два **етапи**: початковий етап термінової, але не завжди досконалою, адаптації, і наступний етап досконалої, довгострокової адаптації.





**Особливості процесів адаптації при короткочасних (А)
та довготривалих (Б) екстремальних впливах:**

- 1 – робота на самозбереження («зовнішня»),
- 2 – процеси відновлення відпрацьованих структур,
- 3 – екстремальний фактор.

При дії на організм слабких, граничних подразнень (**реакція тренування**) в центральній нервовій системі розвивається порушення, що швидко змінюються охоронним гальмуванням, що забезпечує зниження її збудливості, реактивності по відношенню до слабого подразника. При дії подразників середньої сили відбувається розвиток **«реакції активації»** – активації захисних систем організму, яка, однак, не носить характеру патологічної гіперфункції. Рівень енергетичного обміну при цій реакції менш економічний, ніж при реакції тренування, але, на відміну від стресу, не призводить до виснаження.

Таким чином, адаптація організму до слабких і середніх за силою впливів відбувається без елементів ушкодження та виснаження організм енергетичних витрат. При цьому наголошується в першому випадку (**реакція тренування**) – поступове, а в другому (**реакція активації**) – швидке підвищення **резистентності організму**.

Дякую за увагу!

