



**ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

# Навчальна дисципліна: «МЕДИЧНА БІОЛОГІЯ»

Лекцію підготував

Кандидат біол. наук, доцент  
ПАВЛІЧЕНКО Віктор Іванович

[medbio@zsmu.zp.ua](mailto:medbio@zsmu.zp.ua)

Запоріжжя  
2016

## Лекція № 15

Синтетична теорія еволюції.  
Особливості дії еволюційних  
факторів у популяціях  
людей. Біосфера як  
система, що забезпечує  
існування людини.

# ПЛАН

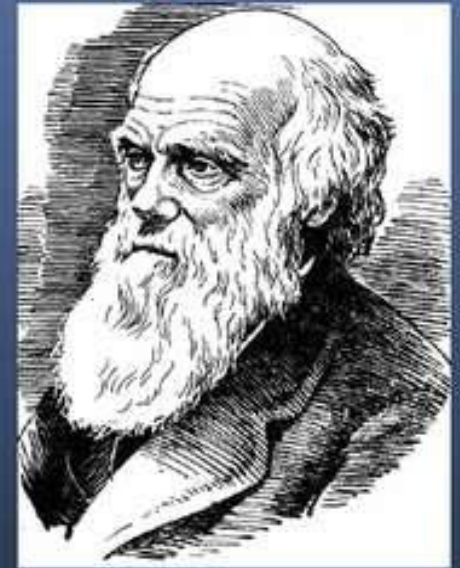
1. Синтетична теорія еволюції
2. Особливості дії еволюційних факторів у популяціях людей
3. Адаптивні екологічні типи людини
4. Медичні наслідки аварії на ЧАЕС

*Результатом еволюції* є вся різноманітність живого, яка нас оточує. Обґрунтування еволюційного розвитку живої природи, розкриття матеріальних природничо-історичних причин еволюції належить Ч. Дарвіну. Ним були узагальнені передумови теорії еволюції: боротьба за існування, мінливість, принцип природного добору. Так були сформульовані основні принципи макроеволюції. Проте еволюційна теорія Дарвіна не була обґрунтована з генетичних позицій, залишалися нерозробленими генетичний еволюційний процес, мутаційна теорія еволюції, гетерогенність природних популяцій, математичне обґрунтування природного добору. Бурхливий розвиток сучасної еволюційної теорії розпочався з синтезу генетики і дарвінізму, створення вчення про мікроеволюцію: елементарна одиниця еволюції, елементарний еволюційний матеріал, елементарне еволюційне явище, елементарні фактори еволюції.



## Основні положення еволюційного вчення Ч.Дарвіна

1. Всі види живих істот, що населяють Землю, ніколи і ніким не були створені.
2. Виникнувши природним шляхом, види повільно і поступово перетворювалися й удосконалювалися відповідно до навколишніх умов.



Ч.Дарвін  
(1809 -1882)



Виходом еволюційної теорії з кризи стало створення синтетичної теорії еволюції на основі синтезу дарвінізму, генетики та екології. Започаткував таке поєднання російський учений С. С. Четвериков (1880-1959) своєю працею "Про деякі моменти еволюційного процесу з погляду сучасної генетики" (1926). Виходячи із закону Харді - Вайнберга (1908), він показав: у природних популяціях відбувається мутаційний процес; природні популяції насичені рецесивними мутаціями у гетерозиготному стані. Цими дослідженнями С. С. Четвериков заклав генетичний фундамент еволюційної теорії і став засновником популяційної генетики - розділу генетики, який вивчає закономірності спадковості і мінливості на рівні популяцій (від грец. *populus* - населення, народ).

- **С.С.Четвериков** (1880-1959), російський генетик та ентомолог, розробив учення про популяцію як елементарну одиницю еволюції (1926), ввів терміни «хвилі життя», «генотипне середовище».



**Сергей Четвериков**



**Синтетична теорія еволюції сформувалася на початку 40-х років 20 століття.**

**Від того часу біологія перейшла на молекулярний рівень генетичних досліджень**

Значення синтетичної теорії еволюції полягає у заміні типологічного мислення, за яким елементарною одиницею еволюції вважалася особина (індивідум), на популяційне, що ґрунтується на визнанні популяції як елементарної одиниці еволюції. Синтетична теорія еволюції показала неспроможність попередніх еволюційних теорій пояснити еволюційний процес дією лише одного еволюційного фактора.

За цією теорією, еволюція є результатом взаємодії всіх елементарних еволюційних чинників при інтегруючій і спрямовуючій ролі природного добору.

# Популяція – елементарна одиниця еволюції

## Риси популяції:

- Ареал
- Чисельність
- Віковий склад
- Статевий склад
- Генетична різноманітність
- Генетична єдність

# Закон Харді — Вайнберга

Закон Харді-Вайнберга свідчить про те, що спадкування як таке не міняє частоти алелей у популяції.

Якщо позначити частоту алелі *A* через *p*, а частоту алелі *a* через *q*, то при наявності по даному локусі тільки двох алелей у популяції:  $pA + qa = 1$ . Співвідношення генотипів у такому випадку буде:  $(pA + qa)^2 = p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$ , у чому легко перекоонатися, скориставшись решіткою Пеннета:

	<i>pA</i>	<i>qa</i>
<i>pA</i>	$p^2AA$	$pqAa$
<i>qa</i>	$pqAa$	$q^2aa$

Якщо в популяції для даного гена присутні три алелі із частотами *p*, *q* і *r*, то частоти генотипів також відповідають формулі біноміального розподілу:

$$(p + q + r)^2 = p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$$

і т.д. при більшому числі алелей.

Представимо, що алелі *A* і *a* зустрічаються із частотами 0,5, тоді в F1 частоти генотипів будуть:

	0,5 <i>A</i>	0,5 <i>a</i>
0,5 <i>A</i>	0,25 <i>AA</i>	0,25 <i>Aa</i>
0,5 <i>a</i>	0,25 <i>Aa</i>	0,25 <i>aa</i>

Таким чином,  $0,25AA + 0,50Aa + 0,25aa = 1$ .



## Правило Харді -Вайнберга

$$q^2 + 2q(1 - q) + (1 - q)^2 = 1,$$

домінантний алель AA	гетерозигота 2Aa	рецесивний алель aa
----------------------------	---------------------	---------------------------

*Основні умови виконання правила Харді-Вайнберга:*

- великий розмір популяції*
- панміксія*
- відсутність добору*
- відсутність мутацій*
- відсутність міграцій*



**Годфри Харолд ХАРДИ**  
(**Godfrey Harold Hardy**), 1877–1947

Английский математик, родился в Крафли, графство Суррей. Изучал математику в Кембриджском и Оксфордском университете. Пожалуй, самую большую известность Харди принесли совместные работы с индийским математиком-самоучкой Сриниваса Рамануджаном (1887–1920), который работал клерком в Мадрасе. В 1913 году Рамануджан послал Харди список доказанных им теорем. Признав гениальность юного клерка, Харди пригласил его в Кембридж, и в течение нескольких лет, предшествовавших безвременной смерти Рамануджана, они опубликовали серию блестящих совместных работ.



**Вильгельм ВАЙНБЕРГ**  
(**Wilhelm Weinberg**), 1862–1937

Немецкий врач, имевший большую частную практику в Штутгарте. По воспоминаниям современников, помог появиться на свет 3500 младенцам, в том числе по крайней мере 120 парам близнецов. На основании собственных наблюдений над рождением близнецов и переоткрытых генетических законов Менделя пришёл к выводу, что предрасположенность к рождению двуяйцевых (неидентичных) близнецов передаётся по наследству.



*Елементарні еволюційні фактори* У нескінченно великій популяції із часом встановлюється певна стабільність кількісного співвідношення генів, що визначають її генофонд. Для його зміни на популяцію повинні діяти якісь фактори. Існує ціла множина таких еволюційних впливів, але основними серед них є мутаційний процес, популяційні хвилі, ізоляція та природний добір. Три перші фактори діють випадково і не мають напрямку. Єдиним напрямним еволюційним фактором є природний добір. Він виокремлює найбільш оптимальні варіанти будови та функції із найрізноманітніших варіантів, які постають унаслідок спадкової мінливості. У природних умовах усі еволюційних фактори діють спільно.

*Мутаційний процес.* Спонтанний мутаційний процес відбувається безперервно, а мутації зачіпають усі ознаки організмів. Накопичення мутантних алелів (разом із дуплікаціями, ампліфікаціями та переміщеннями МГЕ) створює комбінаційну мінливість, яка викликає генетичну гетерогенність природних популяцій. Її середній рівень становить приблизно: у рослин – 17 %, у безхребетних тварин – 6,6 %, а у людини – 6,7 %. Завдяки гетерогенності середня пристосованість популяції завжди нижча тієї, що могла б бути, якби усі особини мали найбільш пристосувальний фенотип. Так виникає **ГЕНЕТИЧНИЙ ТЯГАР** із менше пристосованих особин.

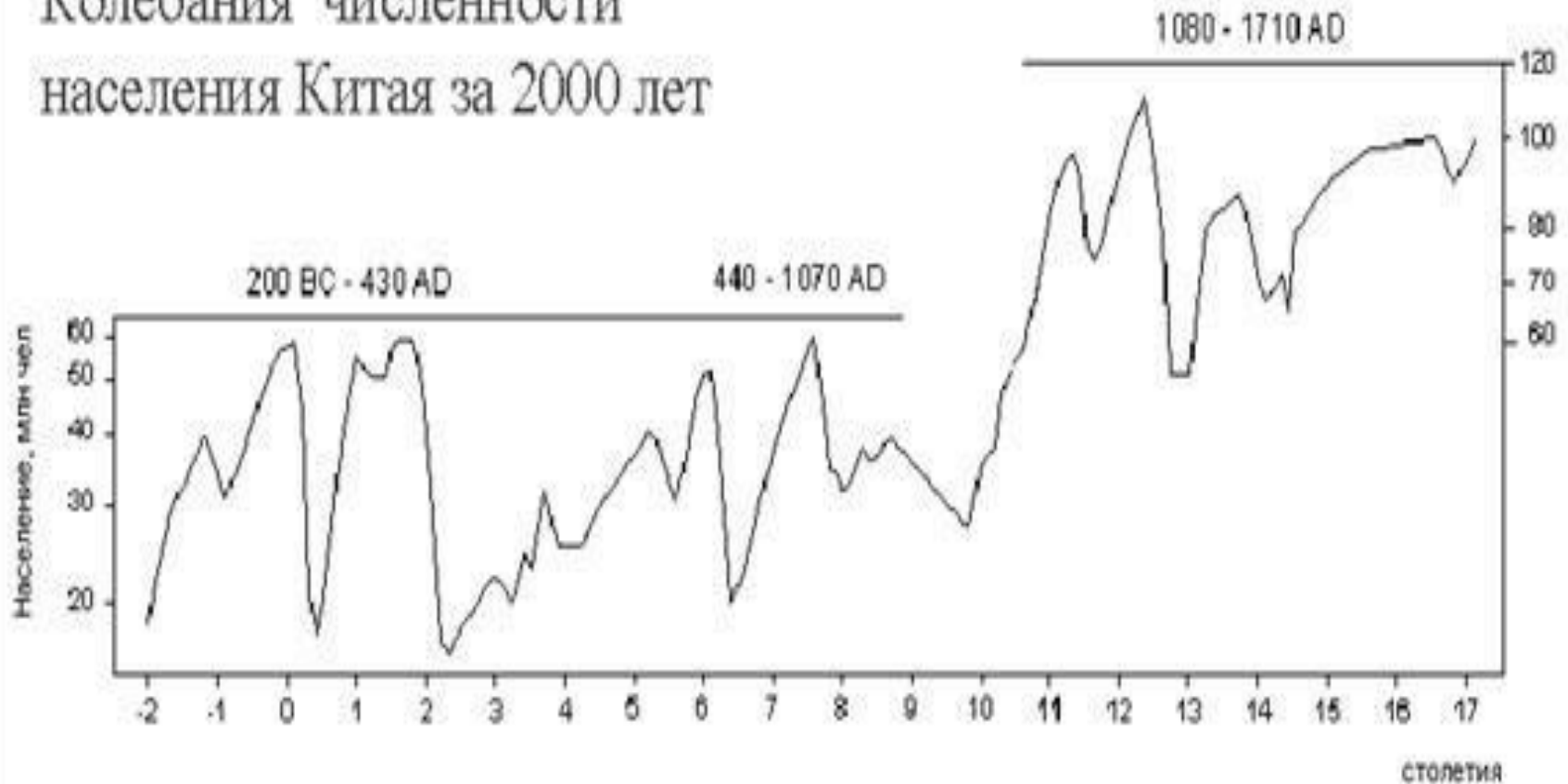


# Популяційні «хвилі»

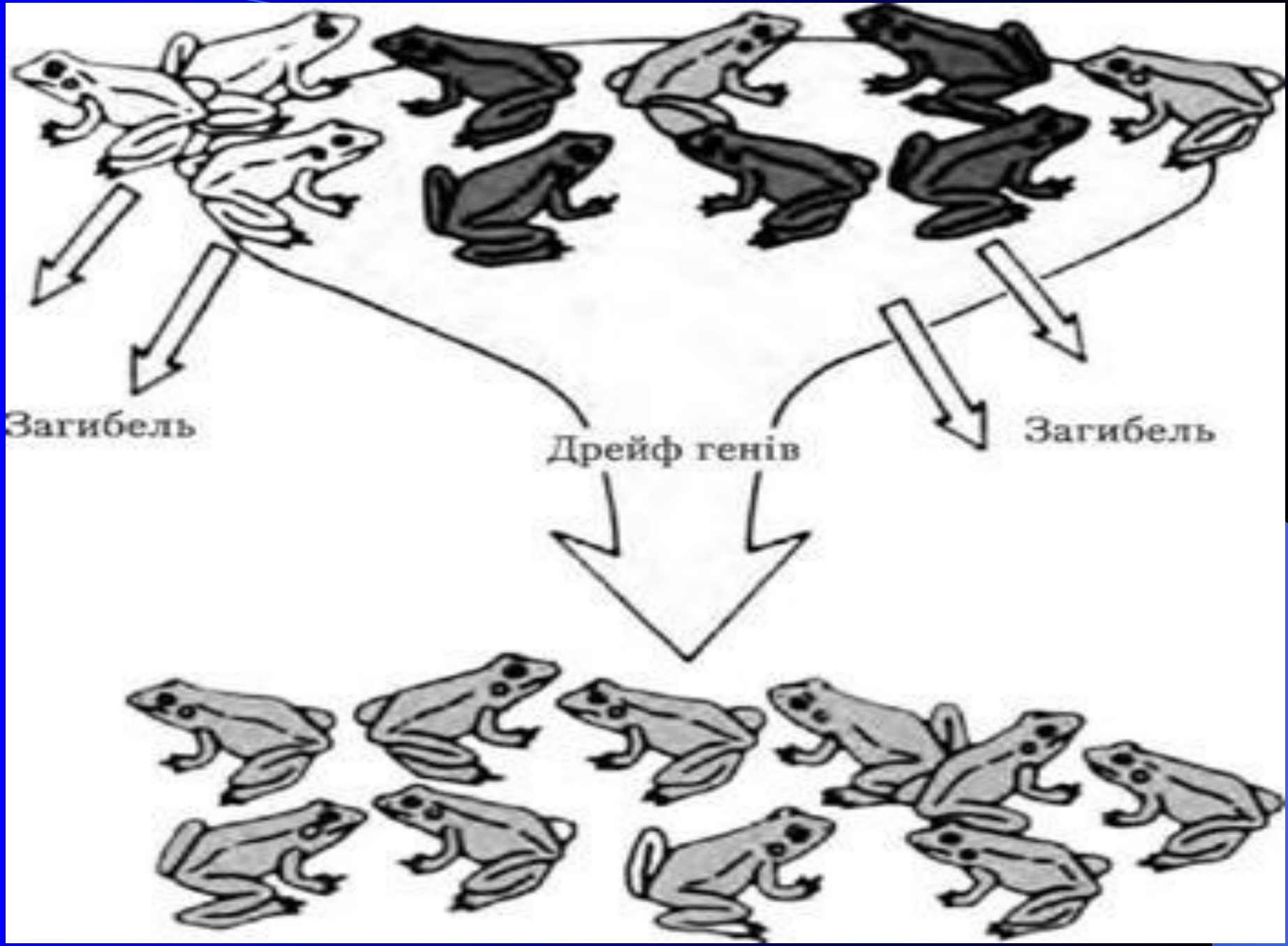


# Голод - Війни - Епідемії

Колебания численности  
населения Китая за 2000 лет










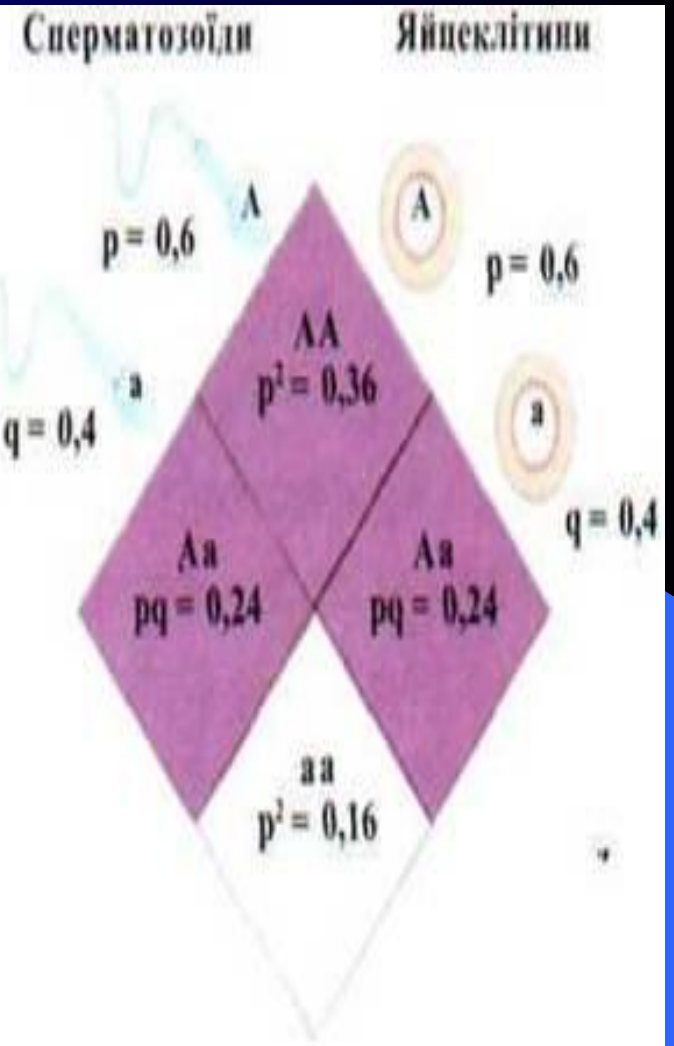
Загибель

Дрейф генів

Загибель

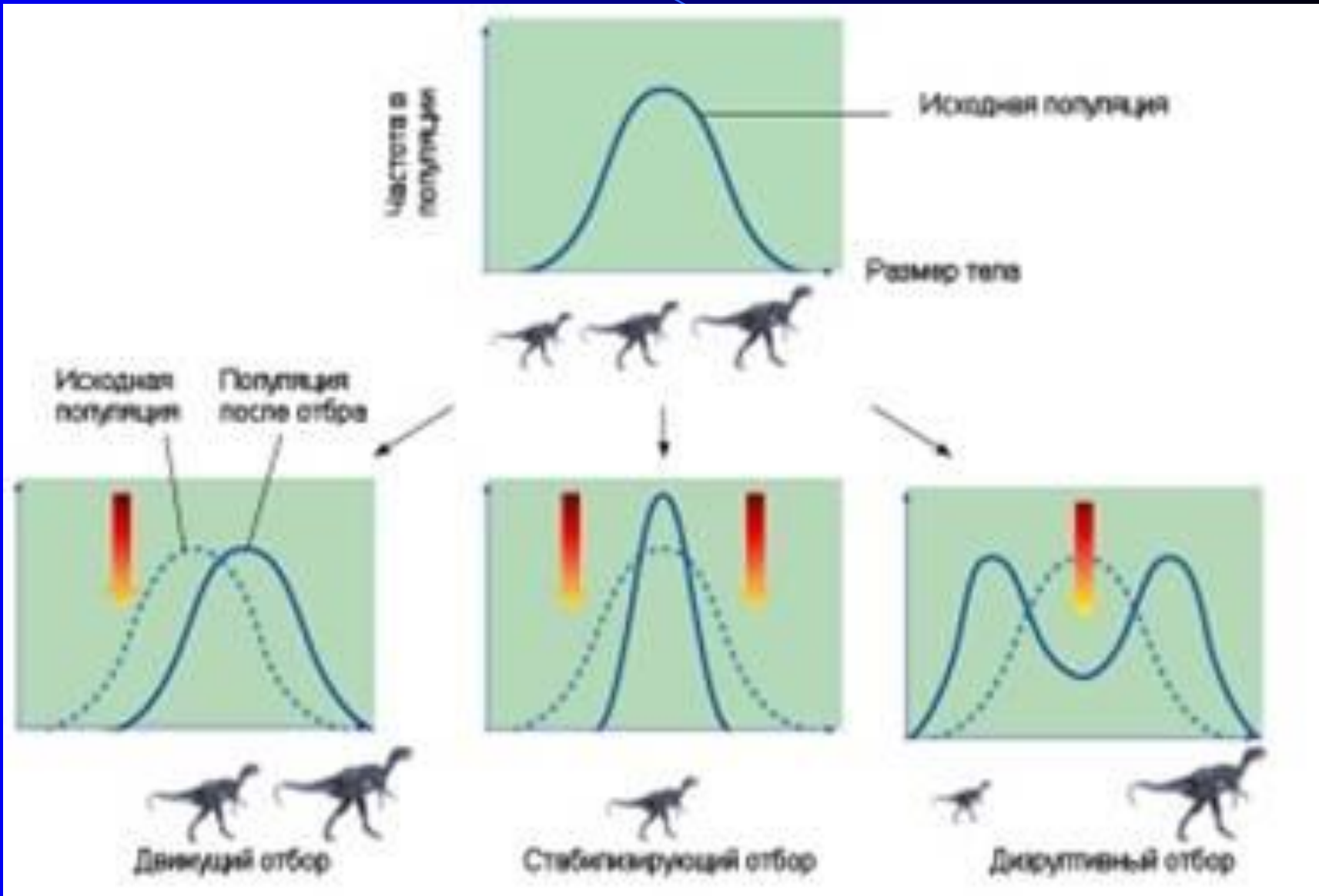


Фенотипи			
Генотипи	AA	Aa	aa
Частота генотипу в популяції	0,36	0,48	0,16
Частота гамет	$0,36 + 0,24 = 0,6A$		$0,24 + 0,16 = 0,4a$



*Рушійний добір* відкрив Ч. Дарвін. Цей добір зсуває НОРМУ РЕАКЦІЇ (межі, в яких може змінюватися фенотип без зміни генотипу) і зумовлює виникнення нових адаптацій. Він триває у тих випадках, коли популяція перебуває у процесі пристосування до нового середовища (понад 70 видів метеликів, березовий п'ядун) або коли поступово змінюється середовище, а за ним і популяція, наприклад, у відповідь на зміну кліматичних факторів. *Стабілізувальний добір*. Він спрямований на збереження середніх варіантів і закріплення тієї норми реакції, яка виявилася оптимальною для конкретних умов існування виду. Його механізм відкритий І. І. Шмальгаузенем (1946). Коли діє стабілізувальний добір, норма реакції звужується, завдяки чому доцільні реакції починають менше залежати від зовнішніх умов. Наприклад, біохімічна і генетична єдність життя, автономність онтогенезу тощо. В цьому полягає консервативна роль природного добору.

# Природний добір



## Адаптивні типи людини

Адаптивний тип - норма біологічної реакції на переважні умови існування, що обумовлює найкращу пристосованість до навколишнього середовища. Розрізняють: адаптивні типи помірного пояса, арктичний, тропічний та гірський адаптивний тип.

Велика частина населення *помірного поясу* проживає в промислово розвинутих країнах з великою часткою міського населення, виявлення біологічних механізмів адаптації в них ускладнено.

*Арктичному типу властиво* сильний розвиток кістково-м'язового апарата, великі розміри грудної клітки, високий рівень гемоглобіну, великий простір, займаний кістковим мозком, підвищена здатність окисляти жири, стійкі процеси обміну в умовах переохолодження. Мають особливості процеси терморегуляції. У місцевих жителів півночі температура тіла може суттєво знижуватися, але обмін речовин при цьому майже не сповільнюється, щодо стороннього населення, то у його представників температура шкіри не падає, але з'являється сильне тремтіння, тому що підсилюється обмін речовин і збільшується втрата тепла через шкіру.



*Тропічний регіон* відрізняється екстремальними кількостями тепла і вологи, тому тропічний адаптивний тип людини формувався під впливом жаркого клімату, раціону з низьким вмістом тваринного білка, великої різноманітності екологічних умов від району до району. Тут спостерігається найбільша розмаїтість груп населення в расовому, етнічному й економічному відношеннях. До характерних ознак тропічного типу відносяться подовжена форма тіла, знижена м'язова маса, зменшений обсяг грудної клітки, велика кількість потових залоз, низький обмін речовин і так далі.

*У гірського адаптивного типу людей* підвищений основний обмін, збільшено кількість еритроцитів, кількість гемоглобіну, розширена грудна клітка. Наявність різних адаптивних типів свідчить про екологічну мінливість людини, що послужила причиною всесвітнього поширення людей.

## Чорнобильська катастрофа



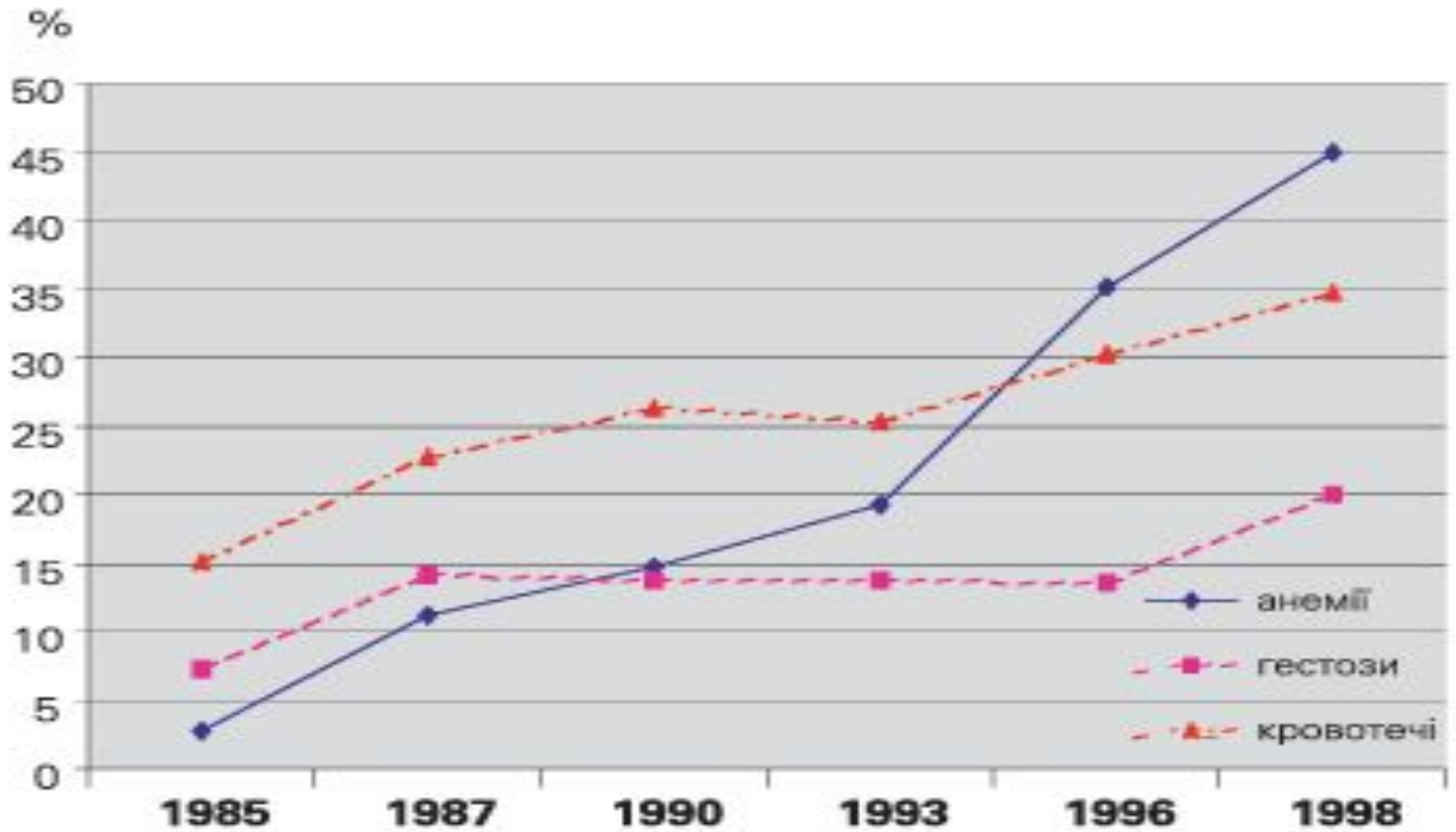
- Сумарна активність радіонуклідів, які вийшли за межі 4 енергоблоку Чорнобильської АЕС 26 квітня 1986 року і в наступні дні після аварії, перевищила 300 млн. кюрі.
- Аварія призвела до радіоактивного забруднення більш ніж 145 тис кв.км території України, Білорусії та Росії.

## ***Медичні наслідки.***

- Це трагедія не регіонального, навіть не національного, а глобального масштабу. Внаслідок аварії на ЧАЕС постраждали 3,3 млн осіб, на забруднених територіях проживає 2,2 млн, були евакуйовані 91 тис. людей, причому, на жаль, деякі реєвакуйовані внаслідок того, що ті райони, в які було переселено людей, виявилися ще більше забрудненими, ніж ті, звідки їх вивезли. Чорнобильська катастрофа призвела до опромінення ~4 млн населення України.



# СТАН ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ



**Бажаю успіху!**