

**С. В. Межжерін  
Я. О. Межжеріна  
Т. В. Коршевніук**

# Біологія

(Профільний рівень)  
підручник для 10 класу  
загальноосвітніх навчальних закладів

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*

Київ  
«Видавництво «Планета книжок»  
2010

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*  
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 177 від 03.03.2010 р.)

**ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО**

Автори розділів та частин підручника: **С.В. Межжерін**, доктор біологічних наук, професор: «Загальна характеристика живої природи», «Молекулярний рівень організації живої природи», «Клітинний рівень організації живої природи»; **Я.О. Межжеріна**: семінарські заняття, колоквіуми; **Т.В. Коршевніюк**, кандидат педагогічних наук, ст. науковий співробітник: практичні та лабораторні роботи, завдання до підготовки до контролю знань, тематика лабораторного практикуму.

Методичний апарат **Я.С. Фруктової, Т.В. Коршевніюк**  
Художник **І.П. Медведовська**

Наукову експертизу проводив Інститут молекулярної біології і генетики НАН України; психолого-педагогічну експертизу проводив Інститут педагогіки НАПН України; експерти, які здійснювали експертизу: **Н.В. Трещова**, вчитель-методист ЗОШ № 10, м. Сімферополь; **Т.В. Буджак**, вчитель-методист ліцею № 3 медичного профілю, м. Чернівці; **В.Я. Гришко**, методист вищої категорії відділу освіти Полтавської РДА; **Є.М. Янкова**, вчитель-методист, Методичний кабінет відділу освіти Канівської районної державної адміністрації Черкаської обл.; **М.О. Колесник**, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка;

## УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:



**Перевірте себе**

— запитання першого та другого рівнів складності;



**Як ви вважаєте?**

— запитання третього та четвертого рівнів складності;



— загальні висновки.

**Межжерін С.В.**

**М43** Біологія : (профіл. рівень) : підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. / С.В.Межжерін, Я.О.Межжеріна, Т.В.Коршевніюк. — К. : Планета книжок, 2010. — 336 с. : іл.  
**ISBN 978-966-2329-02-5.**

**ББК 28.0я721**

**ISBN 978-966-2329-02-5**

© С. В. Межжерін, Я.О. Межжеріна, Т.В. Коршевніюк, 2010  
© Художнє оформлення, ТОВ «Видавництво  
«Планета книжок», 2010



### ***Шановні старшокласники!***

У десятому класі ви починаєте вивчати нові біологічні дисципліни, які дозволять не тільки поглибити, систематизувати та узагальнити вже набуті знання про найпростіших, гриби, рослини, тварин, організм людини, а й відкрити нові, ще невідомі вам, факти про живих істот, їх молекулярний склад та клітинну будову, зрозуміти, як вони дихають і живляться, ростуть і розмножуються, відчувають і рухаються.

Ви дізнаєтеся, що життя можна розглядати як неймовірно складний і надзвичайно злагоджений «оркестр» хімічних реакцій, зрозумієте, як з'їдений вами пиріжок перетворюється на тепло тіла, і усвідомите механізм одного з найдивовижніших процесів у природі — перетворення неорганічних речовин на органічні в рослинах за допомогою сонячного світла. Здивуєтеся, коли на уроках біології — науки про життя — вивчатимете, на перший погляд, зовсім неживі об'єкти — віруси.

Ви — одне з найперших поколінь школярів, кому стане відома будова пріонів, загадка яких в останні роки бентежила розуми вчених усього світу. Ознайомитеся з дивовижною речовиною, завдяки вигадливій будові якої можливе відтворення живих організмів, — із ДНК. Довідаєтеся, з чого і як побудована основа живого — білки, зможете дослідити клітину як структурну і функціональну одиницю живого, саморегулюючу та самовідтворюючу систему. Шлях, яким ви пройдете цього року, науковці долали століттями.

Для зручності матеріал підручника розподілено на **розділи, теми та параграфи**. Зверніть увагу на запитання, які подано у тексті кожного параграфа і виділено курсивом, їх мета — перевести базові знання із «пасиву» в «актив», встановити причинно-наслідкові зв'язки,

зробити набуті знання міцним фундаментом для побудови складних теоретичних узагальнень.

На початку кожного параграфа подано терміни та поняття, що допоможуть вам зорієнтуватись у новому матеріалі, підкажуть, на що необхідно звернути увагу.

Інформація, виділена іншим шрифтом, відмінним від основного, сподіваємося, буде для вас цікавою. Усі слова, виділені або надруковані на кольоровому фоні, потребують особливої уваги.

Ілюстрації та схеми потрібні для того, щоб ви «включили» своє образне мислення та уявили щойно прочитане.

Повторити вивчене і з'ясувати, як засвоєно новий матеріал, вам допоможе рубрика «Перевірте себе», подана наприкінці параграфів.

Запитання рубрики «**Як ви вважаєте?**» — найскладніші — це спрямування до наукового пошуку. Якщо зможете оригінально, цікаво й обґрунтовано відповісти на них, то ви не просто завчили матеріал, але й зрозуміли суть проблеми. А якщо зможете відповісти на всі запитання цієї рубрики — виходить, не помилилися, обравши біологію профільним предметом.

Випробувати свої сили у прикладній та експериментальній біології, застосувати накопичені знання, розвивати інтуїцію дослідника ви зможете, виконуючи **лабораторні та практичні роботи**.

**Завдання для підготовки та контролю знань**, а також **запитання колоквиуму**, розміщені в кінці кожного розділу, допоможуть з'ясувати обсяг та рівень засвоєння вами навчального матеріалу.

Зробити спробу стати справжніми науковцями допоможуть вам **семінарські заняття**. Сперечатися, дискутувати, шукати істину — все це ви будите робити, готуючись до них. Саме над цими питаннями точаться найгостріші суперечки в науковому світі сьогодні. Запропоновані теми семінарів — все ще не є догмами науки. Тож, можливо, саме ви відшукаєте істину і зможете дати пояснення неймовірним речам.

Але пам'ятайте, що підручник — це лише своєрідний дороговказ у світі знань. Наука, яку ви вивчаєте, надто складна, а факти, закони, гіпотези і теорії — надто чисельні, щоб поміститися на його сторінках. Тому будьте готові скористатися енциклопедіями, довідниками, ресурсами Інтернет-джерел, які дозволять вам розширити межі відомого, поповнити скарбницю ваших знань, знайти відповіді на найрізноманітніші та найскладніші запитання.

Удачі вам у вивченні біології!

*Автори*



## Розділ 1

# Загальна характеристика живої природи

## Тема 1. Біологія — наука про життя

### §1. ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЇ В ЖИТТІ ЛЮДИНИ Й СУСПІЛЬСТВА

**Терміни та поняття:** біологія, сталий розвиток, глобальні проблеми людства, екологічні проблеми.

Не буде перебільшенням сказати, що сучасна **біологія** (від грец. *біос* — життя, *логос* — наука) — одна з найважливіших для людства природничих наук. Це пов'язано з тим, що саме біологія є основою медицини (мал. 1) — науки, одним із напрямків якої є обґрунтування методів запобігання хворобам людини та зміцнення її здоров'я (*пригадайте, які хвороби в наш час є найбільш небезпечними для людства*); це наукова база для сільського господарства (мал. 2) й виробництва продуктів харчування, дефіцит яких на земній кулі стає все відчутнішим. За допомогою сучасних біотехнологій вже найближчим часом можливий перехід на біопаливо, що, на думку вчених, при потребі допоможе подолати енергетичну кризу. І взагалі, саме біологія — ключ до гармонійного існування природи й людини, що є обов'язковою умовою не тільки **сталого розвитку** сучасної цивілізації, а й існування людства.

Рацион харчування людини цілком складається з таких об'єктів біологічного походження, як крупи, борошно, овочі та фрукти, м'ясні, рибні, молочні продукти, прянощі



Мал. 1.  
Сучасні ліки — теж результат біологічних досліджень



Мал. 2.  
Пшениця — провідна зернова культура у світі





Мал. 3.

Набір продуктів  
для повноцінного  
харчування  
людини



Мал. 4.

Каховське  
водосховище —  
найбільше  
в Європі



Мал. 5.

Червона книга  
України — перелік  
зникаючих видів,  
що знаходяться  
під охороною закону

(мал. 3). Власне кажучи, з їжею ми споживаємо тільки два небіологічні компоненти — воду та сіль. Навіть оцтова кислота, що використовується як приправа або для консервації, теж має безпосереднє відношення до живого, оскільки є результатом обміну речовин. Виявляється, щодня в організмі здорової людини утворюється 300 грамів оцтової кислоти!

Якщо ще 50 років тому своє майбутнє людство пов'язувало з технічним прогресом: польотами в космос, конструюванням надпотужних машин, ядерною енергетикою, створенням величезних водосховищ (мал. 4), зміною течії річок, то нині стало очевидним, що зростаюче виробництво матеріальних благ тісно пов'язане з руйнуванням природи. У результаті постраждали не тільки ліси, озера, річки, тварини та рослини, багато видів яких вимерли, а ще більше знаходиться на межі існування, але й сама людина.

Темпи винищення живого можна проілюструвати. Так, якщо до першого видання Червоної книги України, яке було опубліковано в 1980 р., входило 245 видів тварин та рослин, до другого, що побачило світ в 1994–1995 рр. (мал. 5), — 895, то до третього, 2009 р. видання, включено понад 1350 видів.

Науки про життя стали основним пріоритетом розвитку сучасного суспільства. Саме їм приділяють підвищену увагу не тільки науковці, а й громадськість, політичні діячі. Наприклад, про таке досягнення сучасної біології, як розшифровка геному людини, сповістили світ у 2000 р. президент США та прем'єр-міністр Великої Британії. І це не випадково. Якщо в ХХ ст. людство повною мірою випробувало на собі позитивні і негативні наслідки досягнень у галузі хімії та фізики, то ХХІ ст. чимало видатних науковців сучасності оголосили століттям біологічної небезпеки.

Так само, як у 1955 р. за ініціативою найавторитетніших вчених світу А. Ейнштейна і Ф. Жоліо-Кюрі виник Пагуошський рух, спрямований проти ядерної зброї, в наш час вкрай актуальним є запобігання неконтрольованому використанню ресурсів навколишнього середовища, неетичному ставленню до живих об'єктів та природи взагалі (мал. 6). (Пригадайте, які видатні особистості сьогодення вже приєдналися до цього руху.)

Наука впритул підійшла до межі, за якою приховано таємницю життя. Сьогодні неможливо передбачити, чим може закінчитися вільне маніпулювання цією таємницею.

Жива природа — це головний ресурс людства, запаси якого вже суттєво підірвані. З кожним роком зростає дефіцит питної води. Забруднення повітря (мал. 7) й природні продукти харчування призводять до появи

раніше невідомих хвороб. Незважаючи на виведення нових, більш продуктивних сортів рослин та порід тварин, кількість голодуючих на земній кулі не тільки не зменшується, а навіть збільшується. Причиною, перш за все, є зміна клімату, що призводить до посухи та неврожаю, а також зменшення площі орних земель, зниження родючості ґрунтів.

**Глобальною проблемою людства, яка в ХХІ ст. вийшла на перше місце, стали взаємини людини й природи.** Серед конкретних **екологічних проблем** зазвичай визнають зміну клімату (мал. 8), дефіцит прісної води (мал. 9), перетворення орних земель на пустелі, деградацію рослинності, зростання чисельності населення, забруднення ґрунту, води й повітря відходами виробництва, потоншення озонового шару, виснаження природних ресурсів, появу й поширення нових захворювань. Зрозуміло, що без пізнання й опанування людством правил і законів життя природи, без переходу промисловості й енергетики на екологічно чисті, так звані безвідходні технології, без впровадження останніх досягнень біологічної науки в сільське господарство та медицину, подальше існування сучасної цивілізації виявляється просто неможливим.

За даними ООН, на грудень 2008 р. кількість голодуючих у всьому світі перевищила 960 мільйонів. Більшість голодуючих (907 мільйонів) проживає в країнах, що розвиваються. З них 65 % живуть в Індії, Китаї, Конго, Бангладеш, Індонезії, Пакистані та Ефіопії.

Однак не варто зосереджуватися лише на прикладній цінності живої природи. Адже біологія — наука про найкрасивіші речі у світі! Жоден об'єкт досліджень інших наук не несе такої естетичної цінності, як жива природа (мал. 10)! Квіти й метелики, птахи й звірі, домашнє кошеня і мальовничий пейзаж за вікном, золота рибка в акваріумі й навіть молодший брат — це все об'єкти вивчення біології. Адже найкрасивіше й найгармонічніше у світі — це живе! Тому пам'ятайте, що ви вивчаєте дуже цікаву науку про чарівні явища та об'єкти (мал. 11).

Безсумнівно, величезною є й пізнавальна цінність живої природи і біології як засобу її пізнання. Біологія — не тільки спосіб вивчення живої природи як такої, але й спосіб впливу на неї. З розвитком різних галузей цієї науки, зокрема біотехнології, з'являються, наприклад, генномодифіковані організми (бактерії, рослини й тварини) з властивостями, які дотепер природі не були відомі.

Отже, усе, що відбувається у світі, так чи інакше пов'язане з життям. Мертвий світ порожній і безглуздий.



Мал. 6.  
Зрубані  
двохсотрічні дуби



Мал. 7.  
Типовий індустрі-  
альний пейзаж



Мал. 8.  
Танення  
льодовиків



Мал. 9.

На цьому місці колись  
протікала ріка



Мал. 10.

Чисте море —  
задоволення для всіх



Мал. 11.

Карпати —  
один із символів  
України

Подумайте, навіть такі явища, як технічний прогрес або мистецтво — це теж результат діяльності біологічного об'єкта — людського мозку. Так чи інакше, усе цікаве у світі пов'язане з біологією, а значить не можна досягнути суті більшості природних явищ, не знаючи їх біологічної основи.



**Біологія — одна з найважливіших сучасних наук. Вона є не тільки способом вивчення живої природи, що є основним ресурсом людства, але й способом впливу на неї. Крім того, жива природа має величезну пізнавальну та естетичну цінність.**



## Перевірте себе

1. У чому полягає ресурсна цінність біологічних об'єктів?
2. Назвіть найбільш актуальні екологічні проблеми, що сьогодні постають перед людством.
3. У чому полягає естетична цінність живої природи?



## Як ви вважаєте?

1. Що повинні зробити біологи для того, щоб запобігти дефіциту їжі на планеті?
2. Розгляньте ілюстрації (с. 7–8). Чи може розвиток біологічних знань вплинути на розв'язання екологічних проблем? Як саме? Доберіть ще приклади негативного впливу людини на природу. Розкажіть про сучасні ідеї охорони навколишнього світу.
3. Чому живі організми вважають найкрасивішими й найгармонійнішими створіннями природи?



## РОЗВИТОК БІОЛОГІЧНОЇ НАУКИ

**Терміни та поняття:** натурфілософія, систематика, клітинна теорія.

**Первинні уявлення про живу природу і перші спроби наукових узагальнень.** Перші спроби систематизувати знання про живу природу належать давньогрецьким філософам. Античні мислителі висловлювали думки про сутність живого, походження тварин та людини.

Філософи-натуралісти Стародавньої Греції (V ст. до н. д.) вважали, що живі організми виникли з неживої матерії внаслідок її поступових змін. Причому потворні, неповноцінні істоти з часом вимерли, а гармонійні вижили й почали розмножуватися.



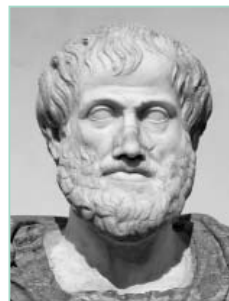


Найперші дослідження будови тіла людини провів видатний лікар, реформатор античної медицини, автор праць з анатомії «Про залози», «Про серце», «Про природу кісток» **Гіппократ** (мал. 12) (бл. 460–377 рр. до н. д.). Він досить добре знав будову серця, розрізняв артерії та вени, визначав черепномозкові та спинномозкові нерви. Гіппократ цілком справедливо вважав, що процес дихання відбувається за допомогою легень, але помилявся, думаючи, що цей процес слугує для охолодження серця. Він висловив геніальну на той час думку про зв'язок головного мозку з психічною діяльністю людини. (*Пригадайте типи темпераменту та чотири основні «тілесні рідини», з якими їх пов'язував Гіппократ.*)



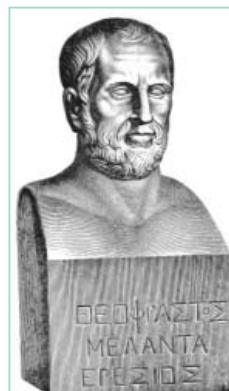
Мал. 12.  
Гіппократ

Початок власне біологічної науки заклав у своїх працях давньогрецький вчений і філософ **Аристотель** (мал. 13) (384–322 рр. до н. д.), якого вважають засновником зоології. Він написав кілька спеціальних трактатів, присвячених будові, класифікації й виникненню тварин, найвідомішим з яких є «Історія тварин». У цій праці Аристотель описав будову тіла тварини, систему органів людини, здійснив порівняння будови тіла людини і тварини, розглянув способи розмноження й особливості розвитку тварин.



Мал. 13.  
Аристотель

Засновником ботаніки вважають давньогрецького природодослідника **Теофраста** (мал. 14) (близько 372–287 рр. до н. д.), улюбленого учня Аристотеля. У праці «Історія рослин» Теофраст описав різні способи розмноження рослин і процес проростання насіння, вказав на відмінності між однодольними і дводольними рослинами, визначив, що рослини можуть належати до чоловічої або жіночої статі. Він першим запровадив термін «плід».



Мал. 14.  
Теофраст

Визначний біолог-дослідник, римський лікар **Клавдій Гален** (мал. 15) (н. д. 130–200) вважається батьком анатомії. Його авторитет як вченого був незаперечним понад тисячу років. Гален вивчав внутрішню будову свійських тварин: овець, биків, свиней, собак, а також мавп. Він дослідив і детально описав їхнє серце, м'язову систему, центральну і периферичну нервові системи.

**Біологія в Середні віки та епоху Відродження.** В епоху Середньовіччя біологія практично не розвивалася. (*Пригадайте характерну ознаку цього періоду в історії людства.*) Будь-які спроби проникнути в сутність природних явищ визнавалися еретизмом. Нечисленні сміливці, які наважувалися на це, зазнавали гонінь або були страчені. Серед них і видатний іспанський анатом **Мігель Сервет** (мал. 16) (1511–1553), який першим вказав на споріднені зв'язки між людиною і мавпою.



Мал. 15.  
К. Гален



Мал. 16.  
М. Сервет



Мал. 17.  
А. Везалій

З XVI ст. розпочався бурхливий розвиток природознавства, філософії, мистецтва. Цей період називається епохою Відродження. Інтерес до природознавства був одним із чинників зародження промисловості, розвиток якої був неможливий без наукової революції. (*Пригадайте з уроків історії, які саме наукові відкриття сприяли розвитку капіталістичних відносин на межі XV–XVI ст.*)

Середньовічна біологія, як і антична, спочатку не відокремлювалася від філософії і тому називалася **натурфілософією** (від лат. *натура* — природа). Перші трактати про сутність та явища природи, присвячені питанням природознавства, були досить абстрактними. Проте поступово починають формуватися нові підходи до пізнання живої природи і набувають розвитку наукові методи досліджень — спостереження й експеримент. Саме на підставі експериментальних досліджень біологія сформувалася як наука.

Першочергову роль у становленні біології відіграли експериментальні дослідження з анатомії й фізіології людини, яких так потребувала медицина.

Не задовольняючись лекціями своїх учителів, які викладали за Галеном, **Андреас Везалій** (мал. 17) (1514–1564) під загрозою смертної кари потайки досліджував людські тіла. Везалій виправив близько 200 історичних помилок Галена, зокрема спростував твердження про те, що у чоловіків на одне ребро менше, ніж у жінок, та не знайшов кісточку, яка не горить у полум'ї і має таємничу силу, що дозволить людині воскреснути у день Страшного суду та постати перед Богом, як було описано у підручниках з анатомії того часу.

Інший видатний анатом, фізіолог та ембріолог **Вільям Гарвей** (мал. 18) (1578–1657) експериментально довів, що у людини відбувається безперервний замкнений кровообіг, встановив, що серце має м'язову будову і є органом кровообігу. Ці дослідження мали величезне значення: вони довели, що будова тіла і процеси, які відбуваються в організмі людини і тварини, подібні, а тому розуміння їхньої природи не потребує участі душі або божественного начала.

Геніальний художник, мислитель, технік Леонардо да Вінчі (1452–1519) протягом десятків років анатомував людські тіла і зробив багато точних замальовок. На жаль, його анатомічні трактати стали широковідомі лише через півтора століття після смерті автора і тому не мали впливу на розвиток цієї науки.

Важливий науковий напрям експериментальної біології кінця епохи Середньовіччя сформувався після відкриття дрібних істот, яких не здатне бачити



око людини, а також клітинної будови організмів. Вивчення мікросвіту стало можливим завдяки розвитку оптики, винайденню лінз і мікроскопа. Значний внесок у розвиток мікроскопічних досліджень зробив англієць **Роберт Гук** (мал. 19) (1635–1703), який описав мікроскопічну будову тканин рослин та таких доволі дрібних об'єктів, як око мухи, крило бджоли, личинка комара. Виявив їх клітинну будову і голландець **Антоні ван Левенгук** (мал. 20) (1632–1723), який за допомогою виготовлених власноруч лінз із понад 250-кратним збільшенням першим побачив сперматозоїди, бактерії та найпростіших, назвавши їх «тваринками». (Пригадайте роздільну здатність сучасного світлового та електронного мікроскопа.) Сьогодні мікробіологія, засновником якої вважають Левенгука, переживає свій розквіт.

«Всі мої прагнення спрямовані лише на те, щоб зробити очевидною істину і докласти мій невеликий талант до того, щоб відволікти людей від старих та забобонних переконань», — писав Левенгук. (Чи існують у сучасному світі забобонні переконання, які не може пояснити біологічна наука?)

**Становлення основних біологічних наук у XVIII–XIX ст.** Протягом XVIII — першої половини XIX ст. відбулося остаточне становлення біології як науки, сформувалися основні її напрями. (Назвіть відомі вам біологічні дисципліни.) Це супроводжувалося важливими науковими відкриттями. До них належить встановлення наприкінці XVIII ст. факту «живлення» у рослин, в якому важливу роль відіграють сонячні промені. (Пригадайте, що таке фотосинтез.) Практичні результати експериментів з живлення рослин, що їх проводили не лише біологи, а й хіміки та фізики, довели, що вивчати живі істоти можна так само, як і неживі об'єкти — за допомогою методів фізичних наук: вимірювань, зважувань та обчислень.

Цей період ознаменувався становленням **систематики** як самостійної науки та формуванням **клітинної теорії**.

Накопичення знань про тварин і рослини потребувало їх систематизації. Спочатку види тварин і рослин упорядковували за алфавітом, потім почали класифікувати за особливостями будови тіла і способу життя. Така класифікація допомагала ще й визначати види тварин і рослин. Вагомий внесок у формування системи тваринного і рослинного світу зробив шведський природознавець **Карл Лінней** (мал. 21) (1707–1778), який «зазирнув у кожную квітку» та за кількістю і характером тичинок поділив рослини на 24 класи. Його дослідження започаткували сучасну біологічну науку — систематику, завданням якої є впорядкування, класифікація всіх живих



Мал. 18.

В. Гарвей



Мал. 19.

Р. Гук



Мал. 20.

А. Левенгук

організмів. Головним недоліком системи Ліннея було те, що вона не враховувала спорідненості видів. Лише класифікація живих істот, побудована за багатьма ознаками, робить систему організмів сталою.

Цікаво, що сучасники Ліннея, зокрема Бюффон, рішуче заперечували класифікацію, яка, на їх думку, не тільки порушувала неперервність живих істот, але й «вбивала» прекрасний світ живої природи своєю штучністю. (А як вважаєте ви?)



Мал. 21.  
К. Лінней

Класифікацію Ліннея згодом було модифіковано. Адже науковець шукав лише подібні ознаки у рослин, і не бачив родинні зв'язки між видами, оскільки заперечував можливість еволюції та нерідко спирався у своїй роботі на інтуїцію та інстинкт натураліста.

У XIX ст. відбулися епохальні відкриття в області вивчення клітини. Було встановлено, що клітина складається з ядра і цитоплазми, а клітини тварин і рослин мають подібну будову. Спираючись на ці та інші факти, зокрема результати емпіричних досліджень Маттіаса Шлейдена (1804–1881) щодо ролі ядра в клітинах рослин, німецький біолог **Теодор Шванн** (мал. 22) (1810–1882) у 1839 р. сформулював теоретичне положення, відповідно до якого всім організмам властива клітинна будова. Клітинна теорія Т. Шванна містила й помилкові судження, зокрема вчений припускав, що клітини в організмі виникають шляхом новоутворень із первинної неклітинної речовини. Проте завдяки цій теорії стала очевидно спорідненість всіх живих істот — людина й інфузорія, миша і квасолина мають одну спільну ознаку: вони складаються з клітин.



Мал. 22.  
Т. Шванн

Історія науки про живе налічує майже 2500 років. Біологія як наука сучасного типу сформувалася протягом відносно короткого періоду (близько 300 років), коли в біологічні дослідження були впроваджені наукові поняття і методи фізики та хімії, внаслідок чого виникла експериментальна біологія.



## Перевірте себе

1. Чому біологія античних часів і початку епохи Середньовіччя була частиною філософії?
2. Які найбільші наукові теоретичні узагальнення в біології були зроблені в епоху Відродження?
3. Якими були перші результати експериментальних досліджень і використання технічних приладів у біології XVII ст.?
4. Який внесок у систематику зробив К. Лінней? У чому полягає недосконалість його системи?





## Як ви вважаєте?

1. Чому першими, хто почав досліджувати біологічні явища, були філософи?
2. Чому протягом епохи Середньовіччя, незважаючи на переслідування, розвивалися дослідження з анатомії людини?
3. Чому систематику називають «альфою» і «омегаю» будь-якої біологічної науки?
4. Які чинники у різні історичні періоди сприяли розвитку біологічних наук, а які — стримували?



## §3. СТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЇ

**Терміни та поняття:** концепція креаціонізму, палеонтологія, трансформізм, еволюційна теорія, дарвінізм, природна система організмів, генетика, молекулярна біологія, екологія.



Мал. 23.  
Ж. Кюв'є

**Формування еволюційної теорії.** До XVIII ст. у біології панувало уявлення про сталість і незмінність видів організмів, а їх різноманітність пояснювали результатом божественного творіння.

Наприкінці XVIII — початку XIX ст. ці погляди сформувалися як **концепція** (від лат. *концепціо* — розуміння, система) **креаціонізму** (від лат. *креаціо* — створення), згідно з якою світ людини та різні форми життя на Землі створені вищою надприродною силою. Її прихильники вважали, що видів існує стільки, скільки їх було під час створення світу.

Ілюстрацією панування креаціонізму в палеонтології того часу є опис скелета викопної гігантської саламандри як гришника — свідка Всесвітнього потопу.

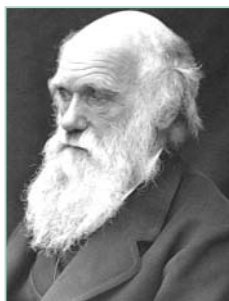
Проте викопні рештки свідчили, що колись на Землі жили не окремі види тварин, що вимерли, а цілі групи, які послідовно змінювали одна одну. Для пояснення цієї суперечності французький зоолог **Жорж Кюв'є** (мал. 23) (1769–1832), якого вважають засновником **палеонтології** (від грец. *палаїс* — давній, *онтос* — істота, *логос* — вчення) — науки, що вивчає вимерлі організми, запропонував теорію, відповідно до якої в історії Землі були періоди катастроф, наслідком яких стало вимирання цілих груп тварин, після чого за волею Творця відбувалось оновлення тваринного і рослинного світу. Науковець доводив, що у світі тварин існує чотири типи тіла: членистий (раки, комахи, деякі черви); м'якотілий (равлики, восьминоги та ін.); хребетний та променевий. Якщо К. Лінней в основу своєї класифікації поклав



Мал. 24.  
Ж. Л. Бюффон



Мал. 25.  
Ж. Б. Ламарк



Мал. 26.  
Ч. Дарвін



Мал. 27.  
І. І. Мечніков



Мал. 28.  
І. І. Шмальгаузен

виключно зовнішні ознаки, то Кюв'є додав до них анатомічні.

Кюв'є встановив *принцип кореляції* (від лат. *кореляціо* — співвідношення) органів. Наприклад, якщо звір мав ікла, то у нього не було рогів. На основі цього принципу науковець здійснив реконструкцію багатьох вимерлих тварин, яких раніше вважали «іграми природи» або «кістками казкових велетнів» чи древніх святих.

Кюв'є описав близько 150 видів раніше невідомих науці ссавців та плазунів. «Дайте мені лише одну кістку, і я відновлю усю тварину», — говорив учений.

У той час, на противагу креаціонізму, розвивається **трансформізм** (від лат. *трансформо* — надавати нового вигляду, перетворювати) — вчення про історичну змінність організмів і походження одних видів від інших, що відбувається без участі Творця. Прибічниками цього вчення були Р. Гук, французький ботанік **Жорж Луї Бюффон** (мал. 24) (1707–1788), німецький природознавець і поет Йоганн Вольфганг Гете (1749–1832), а також Еразм Дарвін (1731–1802) — англійський натураліст і поет, дід Чарлза Дарвіна.

Проте рушійні сили — *фактори* (від лат. *фактор* — той, що робить) *еволюції* (від лат. *еволюціо* — розгортання) — ці вчені детально не досліджували. Трансформісти обмежилися лише міркуваннями про первинну доцільність організмів і не розглядали власне біологічні механізми еволюційних перетворень, тому ця теорія трансформізму була таким самим умовиводом, як і креаціонізм.

Перша **еволюційна теорія** — система ідей про історичну змінність живого, що являла собою вершину трансформізму, була закладена французьким ученим **Жаном Батістом Ламарком** (мал. 25) (1744–1829). Основні положення цієї теорії викладено у праці «Філософія зоології»: організми змінюються під дією зовнішніх та внутрішніх факторів; види несталі і перетворюються в інші види; в організмах закладено прагнення до вдосконалення, на шляху до якого відбувається еволюція; зміни організмів, набуті за життя, успадковуються.

Ламарк одним із перших спробував розробити природну систему рослин. За ступенем удосконалення квітки та плоду він поділив їх на таємношлюбні, однолопасні, неповні, складноцвітні, однопелюсткові, багатопелюсткові. (Чи використовують у сучасній ботаніці цю класифікацію?)

Термін «біологія» вперше з'явився в період інтенсивного формування науки сучасного типу — на межі XVIII–XIX ст. Його запровадили майже одночасно, незалежно один від одного четверо вчених: у 1797 р. — Т. Роозе, у 1800 р. —

К. Бурдаха та у 1802 р. — Ж. Б. Ламарк і Г. Р. Тревіранус. *(Спробуйте пояснити, як це могло статися.)*

Сучасний погляд на теорію еволюції пов'язаний з ім'ям **Чарлза Дарвіна** (мал. 26) (1809–1882), його теорією природного добору, яку він виклав в опублікованій у 1859 р. праці «Походження видів шляхом природного добору». За Дарвіном, еволюція відбувається внаслідок взаємодії трьох основних біологічних факторів: *мінливості, спадковості та природного добору*. Мінливість надає матеріал для еволюційних перетворень, спадковість закріплює ці зміни, зберігаючи їх у потомках, а природний добір залишає лише особин з індивідуальними відмінностями, що сприяють виживанню організмів. Постійне накопичення нових ознак на певному етапі приводить до утворення нового виду. Саме нові види краще пристосовані до життя, ніж їхні попередники, здатні залишити більшу кількість потомків, що поступово спричинює витіснення старих форм новими. Це вчення, у якому роль рушійної сили еволюції належить природному добору, називається **дарвінізм**.

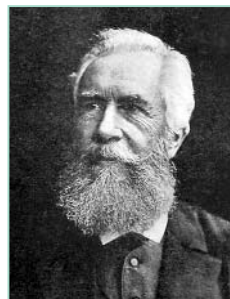
У подальшому еволюційна теорія розвивалася, збагачувалася відомостями з інших розділів біології, доповнювала їх, створюючи нові еволюційні напрями. Виникли *еволюційна морфологія, еволюційна палеонтологія та еволюційна ембріологія* (від грец. *ембріон* — зародок). Засновниками останньої були професор Новоросійського університету в Одесі **Ілля Ілліч Мечніков** (мал. 27) (1845–1916) і академік Петербурзької Академії наук, директор Севастопольської біологічної станції у 1892–1901 рр. Олександр Онуфрійович Ковалевський (1840–1901).

У ХХ ст. на основі дарвінізму й досягнень інших біологічних наук виникла *синтетична теорія еволюції*, яка об'єднала дарвінізм з досягненнями генетики. У її розвиток вагомий внесок зробив академік Академії наук України **Іван Іванович Шмальгаузен** (мал. 28) (1884–1963) — засновник і директор Інституту зоології, що сьогодні носить його ім'я, а також наш співвітчизник академік Національної академії США **Феодосій Григорович Добжанський** (мал. 29) (1900–1975).

Завершальним етапом формування еволюційного вчення стало проникнення ідей дарвінізму в біологічну систематику. Це привело до створення **природної системи організмів**, якою користуються й досі. На відміну від штучної системи Ліннея, її побудовано за принципом спорідненості організмів: близькі види тварин об'єднано в категорію «рід», близькі роди утворюють категорію «родина», а близькоспоріднені родини — «ряди». Основою



Мал. 29.  
Ф. Г. Добжанський



Мал. 30.  
Е. Геккель



Мал. 31.  
Г. Мендель



Мал. 32.  
М. І. Вавилов



Мал. 33.  
С. М. Гершензон



Мал. 34.  
Дж. Вотсон

для визначення спорідненості організмів слугують не поодинокі ознаки, а їх комплекси, також особливості індивідуального розвитку організмів і дані еволюційної палеонтології.

Засновником природної системи тварин вважають німецького біолога **Ернста Геккеля** (мал. 30) (1834–1919), який першим побудував філогенетичне (від грец. *філе* — плем'я, *генезис* — походження) дерево царства Тварини.

**Виникнення генетики й формування молекулярної біології.** Пояснити механізми успадкування ознак намагалися ще Гіппократ і Аристотель. У подальшому вчені докладали великих зусиль, аби розкрити таємниці спадковості. Після перевідкриття у 1900 р. одночасно трьома вченими, незалежно один від одного, законів спадковості, установлених у 1865 р. **Грегором Менделем** (мал. 31) (1822–1884), виникла **генетика** (від грец. *генезис* — походження) — наука про мінливість і спадковість організмів. Принципово новим у працях Менделя було твердження про переривчастий характер спадковості, відкриття *корпускул* (від лат. *корпускулюм* — частка), одиниць спадковості, які у 1906 р. отримали назву — *гени* (від грец. *генос* — рід, походження).

У 20-ті роки ХХ ст. розпочинаються бурхливі генетичні дослідження, і за кілька десятиліть генетика стає однією з найрозвиненіших біологічних наук, які використовували передові експериментальні методи. Такий стрімкий розвиток генетики був зумовлений як потребами сільського господарства, так і досягненнями інших галузей біології, що були підґрунтям для експериментального вивчення спадковості. Серед визначних учених-генетиків того часу особливе місце посідає академік Російської академії наук і Національної академії наук України **Микола Іванович Вавилов** (мал. 32) (1887–1943) — видатний організатор селекційної роботи, який виявив центри походження культурних рослин, сформулював ряд теоретичних положень генетики, зокрема *закон гомологічних рядів* у спадковій мінливості, що відіграв важливу роль у розвитку сільськогосподарських наук.

«В еволюційному розвитку немає хаосу; не дивлячись на різноманітність форм живого, мінливість вкладається у певні закономірності», — стверджував учений.

Успіхи біології ХХ ст. були б неможливі без використання досягнень інших наук, насамперед фізики й хімії. Саме завдяки методам фізики й хімії упродовж десятиліть розкрито численні таємниці генів: встановлено, що гени містяться в хромосомах і є одиницею спадкового матеріалу, який відповідає за формування певної елемен-



тарної ознаки. Далі було вивчено їх структуру і механізм дії. Особливе значення у дослідженнях, що інтенсивно проводилися в 40–50-х рр. XX ст., мали відкриття академіка НАН України **Сергія Михайловича Гершензона** (мал. 33) (1906–1999), досліді якого стали основою доведення того, що саме ДНК є носієм спадкової інформації.

Важливим відкриттям XX ст. стало розшифрування структури ДНК, яке в середині 50-х років здійснила група англійських учених. Модель структури ДНК побудували **Джеймс Вотсон** (мал. 34) (р. н. 1928) та **Френсіс Гаррі Крік** (мал. 35) (1916–2004). Це відкриття є початком молекулярної біології — науки, яка вивчає структуру й функції біологічних молекул та молекулярні основи спадковості. Сучасні успіхи молекулярної біології вражають. Нині можна вмістити ген бактерій в геном рослини, ген рослини — в геном тварини і навпаки. Такі досліді проводять у межах напряму сучасної науки, який отримав назву **генної інженерії**.

**Виникнення і розвиток екології.** Термін **екологія** (від грец. *ойкос* — оселя, середовище, *логос* — вчення) був запроваджений у 1869 р. Е. Геккелем, який окреслив коло питань, пов'язаних із впливом чинників живої й неживої природи на життя організмів. Ця наука первинно виникла виключно для того, щоб розвивати ідеї Дарвіна щодо природного добору.

В екології сформувалися положення, що є актуальними й сьогодні: 1) тварини і рослини живуть угрупованнями, яким притаманні власні правила та закони; 2) рослини і тварини утворюють покрив Землі; 3) речовина й енергія на Землі перебувають у стані кругообігу. Ключовим моментом становлення екології як науки було формулювання понять *екосистема* (від грец. *ойкос* — оселя, середовище, *система* — об'єднання) і *біогеоценоз* (від грец. *біо* — життя, *ге* — Земля, *коїнос* — загальний).

Визначним досягненням біології XX ст. стало виникнення ідеї про єдність живого на Землі, яка сформувалася у вигляді вчення про *біосферу* (від грец. *біо* — життя, *сфера* — куля) — живу оболонку Землі. Як не дивно, ідею про те, що на зовнішній оболонці Землі міститься «сфера життя», висловив ще Ламарк, а термін «біосфера» був запроваджений у 1875 р. австрійським геологом **Едвардом Зюссом** (мал. 36) (1831–1914).

Зюсс писав: «...як на Сонці виділяють концентричні оболонки, так, напевно, і на Землі можна відрізнити оболонки, з яких кожна знаходиться у численних зв'язках з іншими... Перша оболонка — атмосфера, друга — гідросфера і третя — літосфера... Одне здається чужорідним на цьому великому, утвореному зі сфер небесному тілі, а саме — органічне життя. Там воно обмежене певною зоною на



Мал. 35.  
Ф. Крік



Мал. 36.  
Е. Зюсс



Мал. 37.  
В. І. Вернадський

поверхні літосфери. Рослини, коріння яких у пошуках їжі проникає у ґрунт і піднімається у повітря, щоб дихати, є гарною ілюстрацією розташування органічного життя... Вона (біосфера) простягається тепер як над сухою, так і над вологою поверхнею». (*Пригадайте, в які періоди існування планети біосфера обмежувалась лише водним середовищем.*)

Особливого значення для розвитку вчення про біосферу набули праці академіка **Володимира Івановича Вернадського** (мал. 37) (1863–1945) — першого президента Академії наук України. Нині екологія являє собою систему наук, що має незаперечне значення для охорони природи.

Вернадський стверджував, що важливим етапом еволюції біосфери буде її перехід до ноосфери (від лат. *ноо* — розум) — «сфери розуму» внаслідок розселення людини по усій поверхні планети, перемоги її над іншими біологічними видами, оволодіння силами природи та контролю над ними, розвитку позапланетних систем зв'язку, створення єдиної інформаційної системи, відкриття нових джерел енергії, залучення людей до наукової діяльності тощо. (*Які прогнози науковця вже справилились?*)

**Ключовим етапом становлення сучасної біології є формування уявлень про еволюційний характер виникнення й розвитку життя на Землі, які з часом збагатились досягненнями генетики та екології.**

### **Перевірте себе**

1. Чому трансформізм є такою самою абстрактною концепцією, як і креаціонізм?
2. Назвіть наслідки впливу дарвінізму на біологію, зокрема на систематику.
3. Чим пояснюється бурхливий розвиток генетики?
4. З яких трьох найважливіших положень почала формуватися екологія?
5. Назвіть видатних біологів-співвітчизників. У чому полягає їхній внесок у науку?



### **Як ви вважаєте?**

1. Чому таке важливе значення для розвитку біології мають еволюційна теорія та ідея єдності всього живого на Землі?
2. Чому молекулярна біологія стала логічним продовженням розвитку генетики?
3. Чому ідея кругообігу речовини та енергії вважається однією з найбільш плідних у біології?
4. Чому біосферу як окрему оболонку виділили лише наприкінці XIX ст.?



## §4. БІОЛОГІЯ ЯК СИСТЕМА НАУК

**Терміни та поняття:** гомеостаз, система біологічних наук, дисципліна, геноміка, біоінформатика, біоніка, біоетика.

**Біологія та її основні принципи.** Біологія — наука про життя в усіх його проявах. Об'єктом досліджень біології є живі істоти та їх взаємодія з навколишнім середовищем.

Біологія вивчає будову, функціонування, ріст, походження, історичний розвиток і поширення живих організмів на Землі, описує й систематизує їх різноманітність, взаємодію між собою та з навколишнім середовищем.

Людина (мал. 38) — істота біологічна, вона підкоряється тим самим законам природи, що й інші живі організми. Руйнація середовища існування, яка загрожує виснаженням природних ресурсів, дефіцитом прісної води, екологічними негараздами та катастрофами, появою нових захворювань, що вимагають сучасних препаратів і методів лікування, робить біологію найважливішою наукою для майбутнього людства. Біологія — обов'язковий предмет шкільної освіти. У світі щорічно виходять мільйони наукових та науково-популярних публікацій, які так чи інакше стосуються біологічних проблем.

Сучасна біологія досліджує такі фундаментальні питання, як: клітинну будову організмів; еволюційне походження видів живого на Землі; генну теорію успадкування ознак; стійкість організмів до зовнішніх факторів середовища; забезпеченість організмів енергією — життєвою силою, що підтримує процеси, які відбуваються в організмі.

Сутність цих питань полягає в наступному: • усі живі організми складаються з клітин, а нові клітини утворюються з материнських шляхом поділу; • сучасна різноманітність живих організмів сформувалася в процесі історичного розвитку життя на Землі, який називається еволюцією; • спадкова інформація про всі ознаки й властивості живих організмів закодована в генах — ділянках ДНК; • фізіологічні процеси, що відбуваються в організмі, спрямовані насамперед на збереження його стабільного стану, який називають **гомеостазом** (від грец. *гомеос* — однаковий, *стасис* — нерухомість).

Для підтримки життя організмам необхідна енергія, яку вони одержують із навколишнього середовища: автотрофи (рослини, ціанобактерії) — від Сонця, а гетеротрофи (тварини, гриби, більшість бактерій) — поїдаючи інші організми або поглинаючи органічну речовину, що залишилася після смерті цих самих організмів. Процес



Мал. 38.

Різнораніття людських рас — наслідок мінливості ДНК



Мал. 39а.

Дику орхідею, або  
зозулинець  
блосичний,  
нещодавно можна  
було зустріти  
на околицях Києва



Мал. 39б.

Білі, як і інші  
гриби, є об'єктом  
науки мікології,  
однак вони і зараз  
привертають  
увагу ботаніків

засвоєння й перетворення енергії являє собою сукупність хімічних реакцій, які відбуваються в клітинах.

**Біологія як система наук.** Із самого початку свого становлення біологія являла собою **систему наук**. Це пов'язано з тим, що об'єктами біологічних досліджень були як різні види живих істот, так і різні сторони життєдіяльності організмів, якими займалися зовсім різні науковці.

Спочатку біологічні науки групувалися за типами досліджуваних організмів: *ботаніка* — наука про рослини (мал. 39а і 39б), *зоологія* — про тварин, *мікробіологія* — про мікроорганізми (мал. 40). Потім сформувалися науки, об'єктами досліджень яких стали біологічні процеси. У результаті з'являються модельні об'єкти — тварини, рослини або бактерії, — з якими працюють майже всі: плодова мушка — *дрозофіла* у генетиків, *жаба* і *собака* — у фізіологів, *кишкова паличка* — у мікробіологів.

Людство вдячне тваринам. Проявом такої вдячності стали пам'ятники, споруджені у багатьох країнах світу (мал. 41). Найбільше їх встановлено собаці, є кілька жабі й навіть один — дроздофілі.

Найпершою серед біологічних наук, що мала на меті не вивчення конкретного об'єкта, а розв'язок проблеми, мабуть, була *систематика* — наука про класифікацію живих організмів; будову тіла й органів рослин та тварин вивчають *морфологія* й *анатомія*; будову й особливості життя клітин — *цитологія*; функції окремих органів і процеси, що в них відбуваються, — *фізіологія*; поведінку тварин — *етологія*; взаємозв'язок різних організмів один з одним і середовищем їхнього існування — *екологія*; закономірності спадковості та мінливості вивчає *генетика*; розвиток організму в онтогенезі є предметом *біології розвитку*; зародження й історичний розвиток живої природи перебуває в полі зору *еволюційної біології*.

Більшість біологічних наук складаються з **дисциплін** (від лат. *дисципліна* — школа, навчання) — наукових напрямів з вузькою спеціалізацією. Наприклад, за об'єктом досліджень у зоології виділяють *теріологію* — науку про ссавців, *орнітологію* — про птахів (мал. 42), *іхтіологію* — про риб (мал. 43), *ентомологію* — про комах (мал. 44), *протистологію* — про найпростіших (мал. 45) тощо. У такій сучасній науці, як генетика нараховують десятки напрямів, серед яких найбільш відомі *молекулярна генетика*, *цитогенетика*, *біохімічна генетика*, *імуногенетика*, *генетика розвитку*, *популяційна генетика*, *медична генетика*.

Утворення нових наукових напрямів триває й нині. Нещодавно на стику генетики й молекулярної біології

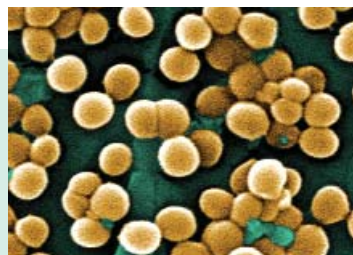


сформувалася така дисципліна, як *геноміка* — порівняння будови генетичних апаратів різних організмів. *Біоінформатика*, або *обчислювальна біологія*, — теж одна з наймолодших біологічних наук, яка використовує комп'ютери для розв'язку певних біологічних завдань. Без неї неможливо обробити інформаційні масиви даних, що накопичуються в сучасній науці.

**Біологія та інші науки.** Як уже зазначалося, біологія як наука сформувалася тільки завдяки експериментам, у яких використовували методи точних наук: фізики, хімії й математики. Без оптичних приладів і електронних мікроскопів неможливий був би прогрес ні у вивченні мікроорганізмів і клітин, ні у вивченні дрібних клітинних структур. Без хімічних досліджень не можна було б вивчити фізіологічні процеси, що відбуваються в організмах тварин, і з'ясувати, яким чином живляться рослини. Без математичних методів, що забезпечують кількісний аналіз отриманих результатів, просто не виникла б генетика й не було б зрозуміло, чому діти так схожі на своїх батьків. Адже генетика як наука сформувалася саме завдяки застосуванню статистичних методів.

На межі з точними і природничими науками виник цілий ряд біологічних дисциплін. І це не тільки *біохімія*, яка вивчає хімічні основи живого, але й *біофізика*, що досліджує фізичні процеси у живих системах різних рівнів, *біометрія*, яка використовує математичний апарат для статистичного аналізу біологічних даних і опису біологічних процесів, *біоніка* — наука, що знаходиться на межі біології та техніки і вирішує певні інженерні завдання на базі вивчення біологічних процесів. Інтегрується біологія не тільки з точними науками, але й навіть із суспільними. Нещодавно з'явилися науки *соціобіологія*, що займається проблемою співвідношення біологічного й соціального в угрупованнях живих організмів, та *зоопсихологія*, яка доводить, що у тварин також є психіка.

Практичні потреби людини формують такі наукові напрями, як *агроекологія*, *біотехнологія*, *космічна біологія*, *біомедицина*, а моральні чинники зумовили виникнення **біоетики** — органічного поєднання сучасних досягнень біологічних наук та медицини з духовністю. У сучасному суспільстві біоетика стала ознакою цивілізованості. В Україні останнім часом розпочато роботу в цьому напрямі. Діють Комітети з біоетики при Президіях НАН України та Національної академії медичних наук, розроблено проект Закону про біоетику та біоетичну експертизу, налагоджено зв'язки з громадськістю, контакти з міжнародними організаціями, що опікуються цією справою, а також з комітетами окремих країн.



Мал. 40.  
*Золотистий стафілокок* — один із найнебезпечніших для людини мікроорганізмів



Мал. 41.  
Пам'ятник собаці Павлова.  
Санкт-Петербург



Мал. 42.  
*Лелека* — птах-символ українців



Мал. 43.

Коралові риби —  
це найдивовижніші  
істоти



Мал. 44.

Бабки не лише  
найчарівніші істоти  
серед комах, але й  
найненажерливіші  
хижаки



Мал. 45.

Амеба протей —  
найпростіша  
за будовою з амеб

Сучасна біологія — це одна з найпотужніших наук сьогодення, що являє собою систему знань і включає сотні дисциплін та напрямів досліджень. Нині розвиток біологічних досліджень є пріоритетом не тільки науки, але й ознакою цивілізованого суспільства.



## Перевірте себе

1. У чому полягають принципи сучасної біології?
2. Чому біологію вважають системою наук?
3. Які наукові напрями виникли в біології останнім часом?
4. Які напрями сучасних досліджень підтверджують інтеграцію біології з суспільними науками?
5. Назвіть біологічні науки та предмет їх дослідження.
6. Побудуйте схему сучасної структури біології.



## Як ви вважаєте?

1. Сформулюйте свою точку зору щодо перспективного розвитку біології. Які її напрями будуть пріоритетними в майбутньому?
2. У якій галузі біології особливу цінність мають знання з філософії?
3. Чи можливе повернення усіх природничих наук до однієї — натурфілософії? Аргументуйте свою відповідь.
4. Як ви вважаєте, якщо у XX ст. біологію було визнано одним з лідерів щодо кількості відкриттів та темпів розвитку, чи не втратить вона своїх позицій у XXI ст.?
5. У якому з біологічних напрямів сьогодні найважче зробити відкриття? Чому?
6. Яка біологічна наука має найскладніший об'єкт дослідження?



## §5. МЕТОДИ БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Терміни та поняття:** наукові методи (описовий, порівняльний, експериментальний, історичний, моніторинг, статичні, математичне моделювання), факт, гіпотеза, принцип, закон, теорія, вчення, індукція, дедукція.

**Що таке науковий метод.** Кожна наука має свою методологію — сукупність принципів та ідей, а також способів отримання нової наукової інформації. Ці прийоми надбання нових знань називаються **науковими методами** (від. грец. *методос* — шлях дослідження). Основою будь-якого наукового пошуку, джерелом одержання знань є цілеспрямоване **спостереження** й чітко спланований **експеримент** (від лат. *експерементум* — дослід).

Спостереження більш властиві біологічним наукам, що вивчають біологічні процеси, які відбуваються у природі. Наприклад, спостереження за міграцією птахів (мал. 46), коливаннями чисельності комах, поведінкою ссавців є важливими способами пізнання світу тварин, а

спостереження за фазами цвітіння (мал. 47) й іншими сезонними явищами в житті рослин — ключовими методами польової ботаніки.

Експеримент як метод дослідження більш властивий наукам, що розвиваються в лабораторії (мал. 48): біохімії, біофізиці, фізіології або генетиці. Фізіологи й біохіміки «у пробірці» вивчають, наприклад, вплив біологічно активних речовин на швидкість метаболізму в окремих клітинах; молекулярні біологи — структуру й функції біологічних макромолекул (білків, ДНК); генетики й біофізики разом досліджують вплив рентгенівського випромінювання на генетичний апарат організмів. Усі ці процеси не можна вивчити у природному середовищі. Адже ні рентгенівського випромінювання, ні високого рівня радіації в природі не буває, а тому тільки в лабораторії відстежують процеси, що відбуваються за таких умов. Відкриті при цьому явища можуть бути надалі використані в прикладних аспектах, наприклад у медицині опромінення застосовують у боротьбі із злоякісними пухлинами, а в селекції рослин (мал. 49) в результаті радіаційного впливу на насіння одержують організми-мутанти з новими біологічними властивостями. Крім того, експериментальні дослідження дозволяють значно прискорити науковий пошук. Адже чекати в природі комбінацій певних умов можна роками, а в лабораторії є можливість створити їх штучно. Як випробувати новий сорт пшениці на стійкість до посухи чи заморозків? Можна, звичайно, довго й завзято чекати, коли у природі виникнуть подібні умови, тоді як за допомогою *фітотрону* (мал. 50) (від грец. *фітон* — рослина і *тронос* — місцеперебування) — спеціальної споруди для вирощування рослин, що моделює певні кліматичні умови, — вже після першого дослідження стане зрозуміло, чи здатний новий сорт протистояти згубним чинникам середовища.

Найцікавіші наукові результати одержують при комбінації спостережень і експерименту, зокрема при використанні різних експериментальних підходів до вивчення природних процесів. Адже найпильніші спостереження за природними явищами стосуються лише зовнішнього вияву. Тоді як експериментальні методи дозволяють «зазирнути» усередину організму й навіть клітин, з'ясувати механізми перебігу різних процесів. Наприклад, за зовнішніми ознаками неможливо зрозуміти сутність генетичних процесів, що відбуваються у природних угрупованнях, тоді як використання досягнень молекулярної біології дозволяє точно визначити, яким чином розподіляються гени між особинами в тій чи іншій популяції, гібридизувати між собою близькі види, або за допомогою радіобіологічного методу мічених атомів — ізотопів Карбону — визначити, з якою



Мал. 46.  
Дикі гуси  
під час міграції



Мал. 47.  
Весна в степу



Мал. 48.  
У лабораторії





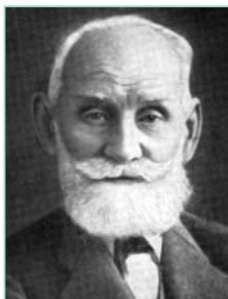
Мал. 49.

Сорти тюльпанів —  
наслідок багаторічної  
роботи селекціонерів



Мал. 50.

Фітотрон може бути  
не меншим за теплицю



Мал. 51.

І. П. Павлов

швидкістю відбувається метаболізм у клітинах рослин як протягом доби, так і у різні сезони.

Таким чином, біологія — це наука, що базується на знаннях, отриманих дослідним шляхом під час спостережень об'єктів живого та експериментів з ними, якими можуть бути клітини, організми, сукупність організмів одного чи різних видів. Перш за все в біології використовуються такі методи, як *описовий* і *порівняльний*. **Опис** — це відносно простий метод дослідження, коли явище або об'єкт характеризуються за основними якостями та властивостями. При цьому не використовуються методи точних наук або математичні прийоми. Оскільки все пізнається у порівнянні, то й опис найкраще робити відносно відомих явищ або предметів, які виступають у якості еталону. Збір та опис фактів були основними прийомами досліджень у ранній період розвитку біології. Однак цей метод не втратив свого значення і дотепер його широко використовують у ботаніці, зоології, анатомії, систематиці та інших біологічних науках.

Ще у XVIII ст. було запроваджено **порівняльний метод**, який дозволив шляхом співставлення вивчати подібність і розбіжність організмів та їх частин. На основі цього методу сформувалася систематика, розроблено клітинну та еволюційну теорії, сформульовано **біогенетичний закон**, **закон подібності зародків**, побудовано філогенетичні системи організмів.

Історія біології доводить, що справжніх успіхів у вивченні живого можна досягти тільки тоді, коли опис поступається дослідженням живих об'єктів і процесів, які відбуваються з ними. Особливе значення мають дослідження, контрольовані і керовані людиною. Такий спосіб отримання наукової інформації називається **експериментальним методом** дослідження і в біології, як правило, використовується в поєднанні з досягненнями інших природничих наук, перш за все хімії та фізики. (*Пригадайте, що послугувало поштовхом до того, щоб біологія стала самостійною наукою.*)

Експериментальний метод — це метод, при якому дослідник вивчає певний ізольований об'єкт або процес і намагається досягнути повторюваності результатів у подібних умовах.

**І. П. Павлов** (1849–1936) (мал. 51) стверджував, що спостереження збирає те, що пропонує природа, дослід бере від природи те, що він хоче. (*Наведіть приклади експериментів, які увійшли в історію біологічної науки. Які прилади при цьому використовували науковці?*)

Особливе місце в біології займають методи дослідження в часі. **Історичний метод** широко використовується в систематиці та еволюційній теорії, коли за викопними рештками



ми вимерлих тварин і рослин (мал. 52a і 52б) визначають спорідненість та походження нині існуючих видів.

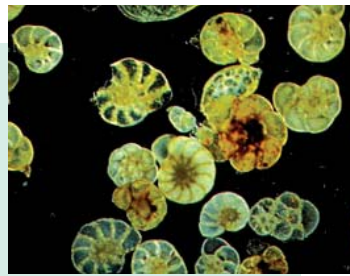
Ще один метод, який оперує більш короткими часовими відрізками, — **моніторинг** (від лат. *монітор* — той, що нагадує) — постійне спостереження за станом певного біологічного об'єкта, найчастіше за угрупованнями організмів. Так, моніторинг видового складу рослин у біосферному заповіднику Асканія-Нова (мал. 54) показав, що за останні 75 років тут з'явилося понад сто нових видів, які витісняють види, властиві європейській степовій зоні, що неминуче приведе до зміни екосистем і в цілому змінить природу заповідника.

Ще один тип моніторингу — генетичний — являє собою реєстрацію кількості спадкових порушень і зіставлення темпу їх нарощування в наступних поколіннях порівняно з попередніми. Наприклад, спеціальні дослідження в пологових будинках Києва, проведені після аварії на Чорнобильській АЕС (мал. 53), не довели на той час вірогідного збільшення генетичних вад та спадкових захворювань у новонароджених малюків. (Прокоментуйте цей факт.)

Залежно від накопичення фактів виникає необхідність їх систематизації та класифікації, виявлення певних закономірностей, що проводять за допомогою **статистичних методів**, які дозволяють розробити правила збору інформації і допомагають аналізувати величезні масиви даних. Особливого значення статистичні методи набули в сучасній науці з розвитком комп'ютерної техніки і створенням нових інформаційних систем. За їх допомогою можна з точністю визначити надійність результатів і висновків дослідження, вірогідність і силу зв'язку між біологічними явищами, а також вплив одиничних або численних факторів на біологічні процеси. (Пригадайте, яка біологічна наука виникла завдяки застосуванню статистичного методу дослідження.)

Розвиток будь-якого наукового пошуку завжди пов'язаний з виникненням **гіпотези** (від грец. *gipotezis* — припущення), яка обов'язково потребує перевірки. Одним з найпростіших способів є створення копії (моделі) біологічного явища з подальшим зіставленням процесів, що відбуваються у моделі (від лат. *модулюс* — міра, зразок), і тими подіями, які за схожістю виникають у природі. За допомогою таких порівнянь можна одержати науково важливі факти, які неможливо дослідити іншим шляхом. Наочним прикладом такої біологічної моделі слід вважати акваріум (мал. 55), існування риб у якому багато в чому схоже на їхнє життя у природній водоймі.

У сучасній біології для створення моделі природного явища все частіше замість фізичних об'єктів використовуються математична мова (формули або рівняння) і за допомогою комп'ютерних технологій проводиться



Мал. 52a.

Черепашки викопних найпростіших — фораменіферів



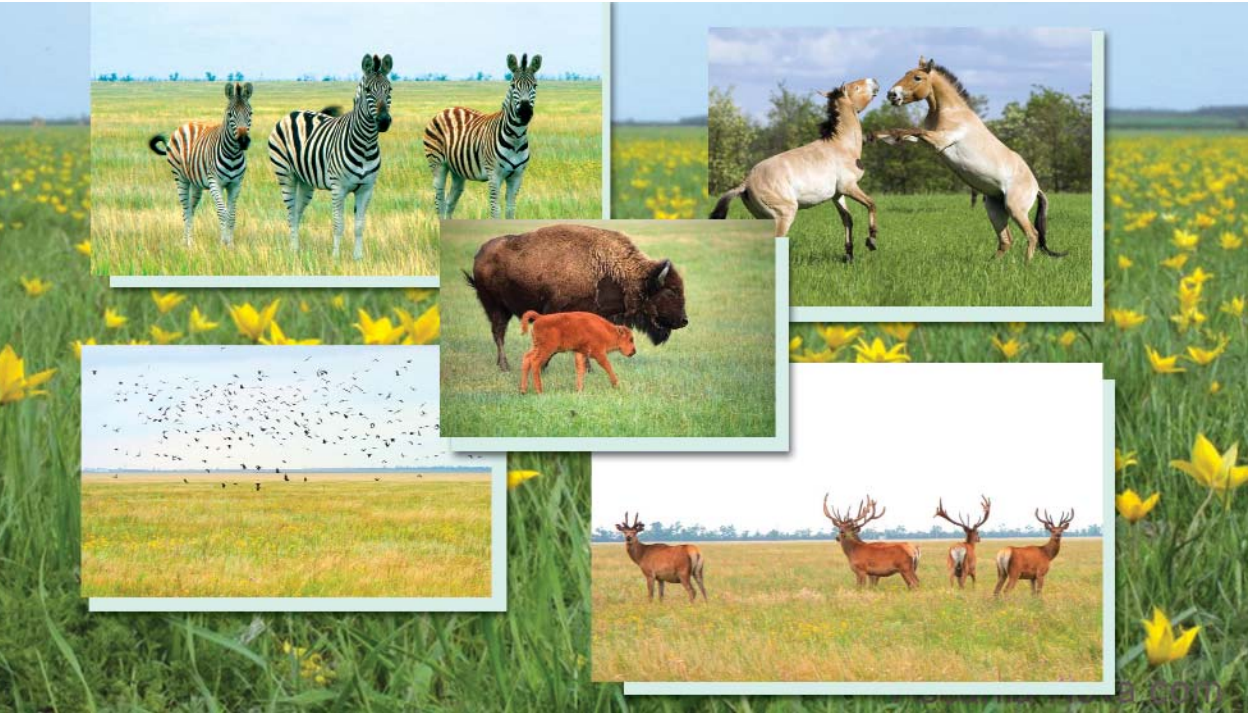
Мал. 52б.

Відбитки стародавніх ракоподібних — трилобітів



Мал. 53.

Так здалеку виглядає Чорнобильська АЕС



Мал. 54.  
У заповіднику  
Асканія-Нова



Мал. 55.  
Акваріум дає  
певне уявлення  
про життя риб

імітування біологічних процесів, що відбуваються в клітині, організмі або біоценозі. Такий підхід отримав назву **математичне моделювання**, коли гіпотеза подається у вигляді математичної формули, за якою вибудовується гіпотетичний процес, що в подальшому зіставляється з реальними подіями. Якщо реальний процес відповідає гіпотетичному, то це означає: гіпотеза, покладена в основу моделі, адекватна і сформульоване вченим припущення правильне. Якщо такої відповідності не спостерігається, то за характером відхилень між реальним і гіпотетичним процесами можна виявити додаткові чинники, які не були враховані в первинній гіпотезі.

Однією з перших математичних моделей у біології вважається модель Мальтуса, створена у XVIII ст. Вона описує розмноження особин популяції у вигляді геометричної прогресії. Проте в природі чисельність не зростає з такою швидкістю, оскільки до статевозрілого стану доживає дуже незначна частина потомства.

Серед сучасних досліджень заслуговує на увагу спроба моделювання біосферних процесів, здійснена американськими вченими на початку 90-х років минулого століття. В Аризоні було побудовано споруду площею 1,5 га із скляним дахом (мал. 56), що пропускав 50 % сонячного світла. Всередині 7 блоків: тропічний ліс, океан, пустеля (мал. 57), савана, мангровий естуарій (мал. 58), пасовища, житлові приміщення. 8 осіб (4 чоловіки і 4 жінки) та 3000 видів рослин і тварин перебували у герметичній споруді протягом двох років. Однак рівновага швидко була порушена: мікроорганізми і





комахи почали розмножуватись, знищувати сільсько-господарські культури, кисень знизився до 15 %, під склом щоранку утворювався конденсат, який випадав рясним дощем, без вітру (регулярного коливання) дерева ставали крихкими та ламалися. *(Як ви вважаєте, про що свідчать результати цього експерименту?)*

**Розвиток наукових знань.** Результатами спостережень чи експериментів є отримання нових **фактів** (від лат. *фактум* — зроблене) та їх накопичення. Новий фактичний матеріал дає змогу шляхом умовиводів дійти **гіпотези**, яку необхідно перевірити експериментально. Якщо результати підтверджують наукове припущення, подальше накопичення фактичного матеріалу дозволяє сформулювати наукові узагальнення, якими можуть бути **теорія** (від грец. *теорія* — дослідження), **принцип** (від лат. *прінципійум* — початок, основа), **закон** або **вчення**.

Отже, розвиток наукових знань відбувається таким шляхом: факт — умовивід — гіпотеза — експеримент — теорія (закон).

Цей шлях, властивий природничим наукам, зокрема біології, називається **індукцією** (від лат. *індукціо* — наведення) і полягає в накопиченні окремих фактів та їх узагальненні подібно до того, як з окремих ланок утворюється ланцюг. Існує інший шлях пізнання — **дедукція** (від лат. *дедукціо* — відведення).

На певному етапі розвитку науки і накопичення фактів формується загальна теорія кожної науки. Так сталося в механіці й фізиці, де виникли теоретична фізика та теоретична механіка. У біології через значну складність вивчення живих об'єктів, відсутність універсальної теорії життя й унеможливлення цілковитої математизації, **теоретична біологія** вже понад 40 років перебуває на стадії становлення. Саме тому дедукція — метод здобуття нових знань, основою якого є логічно пов'язана ланка умовиводів, у біологічній науці ще не посіла належного місця. *(Пригадайте, хто з літературних героїв досконало володів методом дедуктивного мислення.)* Одним з дедуктивних методів є метод математичного моделювання.

**Біологія** — це наука, яка має свої ідеї (принципи), а також методи одержання нових знань. У її розвитку провідну роль відіграють спостереження та експерименти, що базуються на використанні досягнень точних наук (фізики, хімії, математики).

Сучасна біологія ґрунтується на інформаційних технологіях, статистичному аналізі величезних масивів даних і математичному моделюванні.

Розвиток наукових знань у біології відбувається таким шляхом: факт — умовивід — гіпотеза — експеримент — теорія (закон).



Мал. 56.  
Біосфера-2  
(зовні)



Мал. 57.  
Біосфера-2.  
Пустеля



Мал. 58.  
Біосфера-2.  
Мангровий  
естуарій



## Перевірте себе

1. Що таке методологія?
2. Яким біологічним наукам властиве спостереження, а яким — експеримент? Наведіть приклади.
3. Що є джерелом одержання знань у біології?
4. Які наукові методи в біології є основними?
5. Що таке моделювання?
6. Яка гіпотеза називається адекватною?
7. Назвіть складові індуктивного способу пізнання дійсності.



## Як ви вважаєте?

1. Чому біологія — це наука, що базується на фактах, отриманих дослідним шляхом?
2. Наведіть приклади випадків успішного застосування методів математичного моделювання не тільки в біології, а й в інших науках (фізиці, астрономії, хімії).
3. Які переваги методу моделювання над експериментом?
4. Які досягнення в біології були отримані шляхом індукції?



## Практична робота № 1



### Планування біологічних досліджень

**Мета:** формувати навички планування біологічних досліджень

### ІНФОРМАЦІЯ

*Біологічне дослідження* — це діяльність, спрямована на всебічне вивчення біологічного об'єкта, процесу або явища, їх структури та зв'язків, а також отримання і впровадження в практику корисних для людини результатів.

*Планування біологічного дослідження* — послідовність дій, що дозволяє зібрати необхідний матеріал з проблеми дослідження, проаналізувати його та зробити правильні висновки.

### Етапи біологічного дослідження (орієнтовний план):

1. Обґрунтування актуальності теми дослідження.
2. Постановка мети і завдань дослідження.
3. Визначення об'єкта дослідження.
4. Узагальнення наявної наукової інформації з теми дослідження.
5. Висування гіпотез.
6. Вибір методів дослідження.
7. Проведення практичної частини дослідження, реєстрація якісних і кількісних результатів.
8. Аналіз та інтерпретація отриманих результатів.
9. Формулювання висновків і визначення практичного значення отриманих результатів.



## ХІД РОБОТИ

Складіть план біологічних досліджень, що мають на меті:

1. Виявити ознаки пристосованості у зовнішній будові дощового черв'яка та крота до існування в ґрунті.
2. Встановити значення сім'ядоль та ендосперму для росту і розвитку насіння.
3. Визначити вплив умов середовища на розвиток інфузорій в акваріумі.
4. Дослідити видовий склад рослинності заплави.

Зробіть загальний **висновок** з роботи.



## Практична робота № 2



### Використання порівняльно-описового методу у вивченні різноманітності інфузорій та їх руху

**Мета:** ознайомитися з методикою культивування інфузорій, дослідити різноманітність інфузорій на основі вивчення їх морфологічних особливостей, здійснити спостереження за рухом інфузорій

**Обладнання, матеріали та об'єкти дослідження:** змішана культура живих інфузорій, предметне і покривне скельця, мікроскоп, піпетка, препарувальна голка, вата, фільтрувальний папір, скляна паличка, вода, кілька зерняток рису, замочених у воді протягом кількох діб, розчин оцтової кислоти ( $\omega = 2\%$ ), кристалики кухонної солі

## ІНФОРМАЦІЯ

Порівняльно-описовий метод дослідження ґрунтується на результатах анатомо-морфологічного аналізу біологічних об'єктів.

**Примітка.** Виконанню роботи передуює приготування змішаної культури інфузорій у поживному середовищі. Для цього у дві скляні банки (0,5 л) покладіть сіно шаром 2 см і долийте дощової або водопровідної води приблизно на третину банки. Накрийте банки склом і помістіть їх у тепле місце так, щоб прямі сонячні промені не потрапляли на вміст банок. Через 3–4 дні долийте в банки по 100 мл води з різноманітних стоячих або слабопроточних водойм (озеро, ставок, стариця тощо), на дні яких є рослинність, що гниє, або стільки само води з акваріума. З водою слід взяти трохи мулу з дна водойми або листочків з акваріума, які гниють. Залиште у місці, що не освітлюється прямими сонячними променями. Через 3–4 дні в кожній посудині перебуватимуть культури інфузорій. Для виконання практичної роботи слід досліджувати інфузорій у краплі культури, відібраній піпеткою з кожної посудини.

## ХІД РОБОТИ

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.
2. Виготовте тимчасовий мікропрепарат: на предметне скельце піпеткою помістіть краплину культури інфузорій і накрийте покривним скельцем.
3. Розгляньте інфузорій при малому збільшенні мікроскопа. Для уповільнення руху одноклітинних слід обережно відтягти з-під покривного скельця воду фільтрувальним папером.
4. Розгляньте інфузорій при великому збільшенні мікроскопа. Зверніть увагу на форму тіла інфузорій, їх розміри та основні частини, розташування війок, особливості руху. За визначником ідентифікуйте інфузорій, що зустрічаються в цій культурі, складіть таблицю на основі отриманих відомостей.

5. Проведіть спостереження за рухом інфузорій як реакцією на дію різних чинників. На предметне скельце за допомогою піпетки помістіть 1–2 краплі культури інфузорій, на відстані 1 см від неї — стільки ж чистої води. Препарувальною голкою з'єднайте краплі водяним містком. Чи відбуваються зміни в русі інфузорій? Цією самою голкою до краю культури з найпростішими підсуньте кристалик кухонної солі. Як змінюється напрямок руху інфузорій?
6. До культури інфузорій на предметному скельці нанесіть одну краплю оцтової кислоти і спостерігайте за рухом найпростіших у краплину з чистою водою.
7. Помістіть зернятка рису, що перебувало у воді кілька діб, у краплину з чистою водою. Що спостерігаєте?
8. Проаналізуйте спостережувані особливості руху інфузорій, вкажіть їх причини. Дайте характеристику руху інфузорій, скориставшись наведеним переліком: прямолінійний, коливальний, маятникоподібний, хаотичний, повільне переміщення, швидке переміщення, колові рухи навколо власної осі, рух поштовхами, тупим кінцем уперед, гострим кінцем уперед, у напрямку до подразника, у напрямку від подразника.
9. Зробіть **загальний висновок** з роботи, в якому зазначте:
  - значення порівняльно-описового методу у вивченні різноманітності організмів;
  - чим у проведеному дослідженні обумовлений рух інфузорій;
  - ознаки живого, які ви спостерігали на прикладі інфузорій.



## Семінар 1. Біологія в обличчях

**Інформація до роздумів.** Один із засновників молекулярної біології, автор моделі просторової структури ДНК американський генетик Дж. Вотсон закликає вчених приділяти увагу не лише аспектам дослідження, а й проводити просвітницьку роботу, роз'яснювати цінність результатів наукових даних. З 1989 р. він — організатор і керівник проекту «Геном людини», діяльність якого спрямована на розшифрування послідовностей ДНК людини. Вчений вважає, що вивчення будови і різноманітності геномів різних видів живих істот, якою займається окрема наука геноміка, приводить не тільки до появи знань з цього предмета, тобто має не тільки теоретичне значення, але й практичне, оскільки може стати науковою основою для виявлення причин спадкових хвороб. Знання, отримані при вивченні геному людини, визначають нові напрямки в біотехнології, що зможе сприяти отриманню комерційно привабливих продуктів.

Дж. Вотсон також розробив перелік правил успішного сучасного науковця, куди включив такі пункти: • наукою треба «горіти»; • науковець повинен мати свободу у виборі проблем дослідження та вміти побачити конкретний результат роботи; • бажано працювати у колективі рівних за інтелектуальним рівнем людей, а обговорювати результати досліджень варто лише з видатними науковцями; • зайва (надмірна) ерудованість може завадити під час проведення досліджень; • корисно бути трішки «незнайкою»; • треба докладати максимум зусиль, щоб стати «номером один» у своїй сфері діяльності; • отримати певні результати за мало, треба вміти їх презентувати; • конкретна мета не виключає імпровізацію.

### Дискусійні питання

1. Ці правила успішного науковця дійсно суттєво відрізняються від загальноприйнятої думки про те, що успішними вченими стають учні та студенти зі зразковою поведінкою. Чи поділяєте ви погляди Вотсона?
2. Наскільки універсальними є ці правила? Що можна до них ще додати?

### Теми доповідей

1. Життєвий і науковий шлях видатного біолога минулих століть. В доповіді бажано розкрити такі питання, як: біографічні відомості; життєва позиція;

сфера наукових інтересів; освіта; історичні передумови наукових пошуків; об'єкти досліджень; напрями біологічних досліджень; основні результати наукової роботи, їх оцінка сучасниками; хибні переконання, їх причини і наслідки; розвиток ідей послідовниками; основні наукові праці. Спробуйте визначити основні передумови досягнення вченим успіху в науковій роботі.

2. Значення наукових пошуків для сучасного розвитку цивілізації.

## Джерела інформації

Уотсон Д. Д. Двойная спираль. Воспоминания об открытии структуры ДНК. — М.: Мир, 1969.

<http://n-t.ru/nl/mf/watson.htm>

<http://www.rg.ru/2008/07/09/yotson.html>

<http://elementy.ru/lib/430622>



## Семінар 2. Українські вчені-біологи

**Інформація до роздумів.** Значним був внесок українських вчених у вивчення хімічних і молекулярних основ життя. Серед найвідоміших науковців цього напрямку біологічних досліджень слід, перш за все, згадати академіків В.І. Вернадського та С. М. Гершензона.

### Вернадський Володимир Іванович (1863–1945)

Український і російський геолог, біогеохімік, академік Національної академії наук України (з 1919) і її перший президент (1919–1921), академік Російської академії наук (з 1912). Один із засновників вчення про біосферу. Народився в Петербурзі. Закінчив Петербурзький університет (1885). У 1886–1888 рр. працював у Мінералогічному музеї Петербурзького університету. З 1890 р. приват-доцент, в 1898–1911 рр. — професор Московського університету. З 1914 р. — директор Геологічного і мінералогічного музею Петербурзької Академії наук. У 1917–1921 рр. працював в Україні, будучи академіком-фундатором, брав активну участь у створенні НАН України. Є засновником Інституту загальної і неорганічної хімії НАН України. У 1922–1939 рр. — директор Радієвого інституту, в 1928–1945 рр. — директор лабораторії геохімічних проблем АН СРСР, завідувач біогеохімічної лабораторії.

Наукові інтереси Вернадського охоплювали широкий спектр проблем. Його вважають засновником геохімії, зокрема біогеохімії. Він провів перші дослідження закономірностей будови і складу земної кори, гідросфери і атмосфери. Вивчав міграцію хімічних елементів у земній корі. Саме Вернадський є творцем теорії провідної ролі живих істот в геохімічних процесах. Його праці визначили головні напрями розвитку сучасної мінералогії.

Незважаючи на те, що за фахом Вернадський був геологом, він — автор багатьох пріоритетних досліджень у біології. Останні 20 років свого життя науковець присвятив вивченню хімічного складу тварин і рослин. Першим встановив зв'язок між мікроорганізмами і певними геологічними процесами. Саме він дав наукове визначення біосфері, а сукупність організмів біосфери назвав живою речовиною, яка, трансформуючи сонячне випромінювання, залучає неорганічні речовини в кругообіг. Він також є автором низки філософських праць із проблем природознавства, а також з історії науки.

З метою увіковічення пам'яті цього великого вченого в Україні на його честь названо одну з найбільших наукових бібліотек країни, а в Російській академії наук засновані золота медаль і премія імені В.І. Вернадського.

### Гершензон Сергій Михайлович (1906–1998)

Видатний вітчизняний генетик, академік НАНУ (1976). Один із небагатьох вчених-біологів — Герой соціалістичної праці. Народився в Москві. Закінчив Московський університет (1927). В 1931–1935 рр. працював у Москві в Біологічному інституті ім. К.А. Тимирязева, в 1935–1937 рр. — в Інституті загальної генетики ім. М.І. Вавилова Російської академії наук. В 1937–1948 рр. — завідувач відділом Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена, одночасно завідуючи кафедрою генетики і дарвінізму Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. У 1948–1958 рр. — в період, коли було репресовано багато вчених-генетиків, його практично усунули від наукової і викладацької роботи і він дивом залишився живим. У 1963–1968 рр. — заступник директора Інституту мікробіології і вірусології НАНУ, в 1968–1973 рр. — завідувач сектора молекулярної біології і генетики АН УРСР. В 1973 р. — перший директор Інституту молекулярної біології і генетики НАНУ.

С.М. Гершензон — видатний еволюціоніст і генетик-експериментатор. Відкрита ним мутагенна дія ДНК, яку він описав у своїй статті (разом із М. Тарновським та П. Ситко), вважається першим експериментальним доказом того, що саме ДНК є найважливішою речовиною генетичних процесів. Але, на жаль, Нобелівську премію за це відкриття пізніше отримав інший науковець — Герман Меллер. Окрім хімічного мутагенезу, Сергій Гершензон виявив феномен «генів, що втекли» та зворотню транскрипцію. Однак Нобелівський комітет не помічав досягнень радянських вчених, оскільки на той час відбувалися гоніння в СРСР на генетику. С. Гершензон є автором пріоритетних досліджень з молекулярної структури вірусів комах. Значну увагу приділяв теоретичним питанням біології, зокрема ідеї еволюційного розвитку живого.

#### Теми доповідей

1. Український період життя та творчості В.І. Вернадського.
2. Біогеохімія: об'єкт, предмет, завдання, практичне значення результатів наукових досліджень.
3. ДНК — головна генетична речовина.
4. Репресії проти генетики і генетиків у Радянському Союзі в 1948–1963 рр.

#### Джерела інформації

*Вернадский В. И.* Размышления натуралиста: научная мысль как планетарное явление. — М: Наука, 1977. — 191 с.  
*Вернадский В. И.* Биосфера и ноосфера — М: Наука, 1989. — 262 с.  
*Вернадский В. И.* Дневники. 1917 — 1921 гг. — К: Наукова думка, 1994. — 270 с.  
*Вернадський В. І.* Вибрані праці. — К: Наукова думка, 2005. — 300 с.  
*Вернадський В. І.:* Громадянин, вчений, мислитель. — К.: Наукова думка, 1992. — 93 с.  
*Гершензон С. М.* Основы современной генетики. — 2-е изд. — К.: Наукова думка, 1983. — 558 с.  
*Гершензон С. М.* Тропою генетики. — К.: Наукова думка, 1992. — 176 с.  
<http://ru.wikipedia.org>  
[http://scepsis.ru/library/id\\_1794.html](http://scepsis.ru/library/id_1794.html)