

<https://doi.org/10.15407/sofs2024.01.111>
УДК 001.1:57(091)

В.Г. ГАРМАСАР, кандидат історичних наук, старший науковий співробітник
ДУ «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки
ім. Г.М. Доброва НАН України»
бульвар Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна
e-mail: vgarmas@meta.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9107-7980>

ЕВОЛЮЦІЯ ТА ХРОНОЛОГІЯ БІОЛОГІЧНОЇ НАУКИ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ. Частина 1

У статті узагальнено результати комплексного дослідження історії розвитку біології в світі та Україні. В першій її частині запропоновано авторську періодизацію розвитку біологічної науки від давніх часів до сьогодення на основі визначення основних хронологічних періодів та етапів, зумовлених знаковими подіями, фактами та відкриттями у галузі біології; простежено зародження окремих біологічних напрямів. Методологічну основу дослідження склали принципи історизму, об'єктивності та достовірності; загальнонаукові та спеціальні методи: історико-хронологічний, історико-біографічний, ретроспективний та методи джерелознавчого аналізу. Джерельну базу — фундаментальні праці зарубіжних і вітчизняних авторів з історії природознавства та біології, монографії, присвячені розвитку окремих біологічних напрямів, наукова періодика, історична біографістика вчених та звітні документи інститутів біологічного профілю НАН України. Актуальність дослідження зумовлена важливим значенням періодизації окремих галузей науки, оскільки вона є основою для реконструкції їхньої історії. Показано, що до XVI ст. відомості про живі організми були обмеженими і в більшості ґрунтувались на спостереженнях і віруваннях. У період ранніх наукових досліджень (XVII—XIX ст.) почалося систематичне вивчення живих організмів (система класифікації живих істот К. Ліннея, теорія еволюції Ч. Дарвіна

Цитування: Гармасар В.Г. Еволюція та хронологія біологічних наук у світі та Україні. Частина 1. *Наука та наукознавство*. 2024. № 1 (123). С. 111–130. <https://doi.org/10.15407/sofs2024.01.111>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2024. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

та ін.). У XX ст. набуває розвитку молекулярна біологія (відкриття структури ДНК, генна інженерія). У сучасний період (XXI ст.) біологія вивчає не лише окремі організми, а й їхні генетичні властивості, взаємодію та вплив на навколишнє середовище, а також можливості їх зміни (розшифровка геному людини, отримання «етичних» стовбурових клітин тощо). Зазначено, що найважливіші етапи історії біології загалом відповідають змінам соціально-економічного устрою. Докладно проаналізовано внесок зарубіжних і українських учених-біологів у формування та розвиток біологічних наук у світі.

Ключові слова: біологічна наука, біологічні знання, систематика, теорія еволюції, клітинна теорія, генетика, молекулярна біологія, ДНК, геном.

Вступ. Проблема реконструкції історичного розвитку науки є однією із задач її ретроспективного аналізу. Адже, знаючи минуле, можна передбачити подальшу еволюцію науки, яка дедалі більше стає визначальним чинником соціально-економічного зростання. Актуальність історичної реконструкції формування і розвитку біологічної науки зумовлена її пріоритетним значенням у сучасному світі, адже її вплив дотичний до багатьох аспектів людського життя: медицини та охорони здоров'я (розроблення вакцин, ліків і методів лікування), екології (екологічні дослідження відіграють важливу роль у боротьбі зі зміною клімату та збереженні біорізноманіття), генетики та біотехнологій (розроблення методів генної інженерії, клонування, трансплантація та генна терапія, нові перспективи в лікуванні генетичних захворювань і створенні стійких сортів рослин та тварин), науки та освіти (де біологія використовується для вирішення важливих наукових питань і закладає базу знань для науково-освітньої діяльності в інших галузях).

Біологія як комплекс наук про життя у всіх його формах і проявах вивчає рослини, тварин і людину, їхню будову, походження та розвиток, зв'язки із зовнішнім середовищем та притаманні їм органічні процеси. Поняття «біологічна наука» охоплює ботаніку, зоологію, мікробіологію, анатомію, гістологію, фізіологію, ембріологію, біохімію, генетику, молекулярну біологію, палеонтологію та ін. Кожна з цих дисциплін пройшла довгий і складний шлях розвитку, який ознаменувався відкриттями, що стали надбанням людських знань.

У статті надано авторську періодизацію біологічної науки, побудовану на основі вирішальних ключових подій (фактів, теорій, відкриттів), що визначили її сучасну структуру.

Аналіз досліджень і публікацій. Біологічна наука завжди розвивалась паралельно з розвитком суспільства. З плином часу накопичувалися дані та факти для аналізу, змінювалися теоретичні погляди учених, ідеї, методи біологічних досліджень. Історії розвитку біології присвячено низку публікацій, серед яких варто відзначити монографії зарубіж-

них авторів В.В. Лункевича [1, 2], Е.М. Мірзояна [3], П. Медавара [4], П. Кемпа, К. Армса [5], В.М. Найдиша [6], М. Моранжа [7], К. Сінгера [8]; колективні праці під ред. С.Р. Микулинського [9] та Л.А. Бляхера [10, 11]. З-посеред великої кількості праць вітчизняних дослідників слід передусім згадати 3-томне видання про розвиток біології в Україні під ред. К.М. Ситника [12] та монографію співробітників відділу історії та соціології науки і техніки Інституту досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України [13]; роботи з історії розвитку окремих біологічних напрямів: ботаніки [14, 15], зоології [16], анатомії [17], ембріології [18, 19], екології [20, 21], генетики [22, 23], мікробіології [24]. Варто окремо відзначити внесок Ю.О. Храмова [25, 26], який розробив метод періодизації науки на основі знакових подій та застосував його для створення періодизації фізики. Саме його метод використано у дослідженні, результати якого викладено у цій статті, завдяки чому автору вдалося критично осмислити чималий арсенал потрібних для аналізу даних із літературних джерел, накопичених протягом тривалого часу, та запропонувати власний варіант періодизації з погляду сучасного стану розвитку біології як науки.

Новизна отриманих результатів. Історіографічний огляд літературних джерел свідчить про існування кількох варіантів періодизації біологічної науки, що зумовлено різними підходами, цілями та завданнями дослідників. Варіанти періодизації в більшості стосуються окремих біологічних напрямів. Автором запропоновано комплексне узагальнювальне дослідження історії розвитку біології в світі та Україні, складено її періодизацію за хронологічним принципом.

Мета статті — узагальнити результати комплексного дослідження історії розвитку біологічної науки у світі та Україні, запропонувати її періодизацію на основі вирішальних ключових подій (фактів, теорій, відкриттів), що визначили її сучасну структуру.

Методи дослідження та джерельна база. У процесі дослідження застосовано принципи історизму, об'єктивності та достовірності; загальнонаукові та спеціальні методи: історико-хронологічний, історико-біографічний, ретроспективний та методи джерелознавчого аналізу. Завдяки ним комплексно вивчено фактологічний матеріал та оцінено його з погляду сучасності. Джерельною базою є фундаментальні праці з історії природознавства та біології зарубіжних і вітчизняних авторів, монографії, присвячені розвитку окремих біологічних напрямів, наукова періодика, історична біографістика вчених та звітні документи інститутів біологічного профілю НАН України.

Викладення основного матеріалу. Біологія — одна з найстаріших природничих наук, хоча термін «біологія» вперше запропоновано лише у 1797 р. німецьким професором анатомії Т. Рузом, після чого ним ско-

ристалися у 1800 р. професор Дерптського університету К. Бурдах, а в 1802 р. — французький учений Ж.-Б. Ламарк та німецький учений Л. Тревіранус. Розглядаючи становлення біології як науки, можна виділити кілька періодів у її розвитку.

І. Період накопичення практичних донаукових біологічних знань (VIII ст. до н. е. — 1542). Потреба в знаннях, що визначають взаємовідносини людини та навколишнього середовища, існувала в усіх цивілізаціях. Серед відомих нам стародавніх джерел слід згадати епічні поеми Гомера (VIII ст. до н. е.), де містяться різноманітні медичні та анатомічні терміни, дані щодо свійських тварин і корисних рослин; індійські народні епоси, де викладено чимало відомостей з екології тварин та рослин, описано способи їх існування. Характерні риси античного природознавства — систематичне нагромадження фактів і висування численних загальних гіпотез і концепцій, в яких антична природничо-наукова думка передбачила чимало пізніших наукових відкриттів.

Перші систематичні спроби осмислити природні явища зроблено давньогрецькими (Гекатей Мілетський, Геродот, Емпедокл, Гіппократ, Арістотель, Теофраст) та давньоримськими натурфілософами і лікарями (Гален, Пліній Старший). Це період виникнення та накопичення окремих елементів біологічних знань. Античні мислителі висловлювали думки про сутність живого, походження тварин та людини. Вони вважали, що живі організми виникли з неживої матерії внаслідок її поступових змін [14]. Зокрема, в працях *Гіппократа* (460—377 рр. до н. е.) міститься найповніший на той час перелік знань і умінь у галузі медицини, а також анатомії, фізіології, ембріології. Він сформулював вчення про чотири основні типи статури і темпераменту, описав кістки черепа, хребці, внутрішні органи, суглоби, м'язи, великі судини. Вчений стверджував, що процес дихання відбувається за допомогою легень, але помилявся, думаючи, що він слугує для охолодження серця [2], висловив думку про зв'язок головного мозку з психічною діяльністю людини. Вважається, що це перший вчений, який створив медичну школу.

Початок власне біологічної науки заклав в своїх працях *Арістотель* (384—322 рр. до н. е.), якого вважають засновником зоології. Він написав кілька спеціальних трактатів, присвячених будові, класифікації та виникненню тварин, найвідомішим з яких є «Історія тварин». Арістотель створив вчення про градацію — ієрархію форм у вигляді висхідного ряду природних тіл від простого до складного, розробив першу наукову систему для близько 500 видів відомих у той час тварин і заклав основи порівняльної анатомії. Засновником ботаніки вважають *Теофраста* (бл. 372—287 рр. до н. е.), учня Арістотеля. У праці «Історія рослин» він описав будову органів і виділив основні внутрішні частини рослин; відзначав, що рослини харчуються за допомогою коренів і лис-

тя, виділив основні групи рослин: дерева, кущі, напівчагарники і трави; наземні і водні форми. Теофраст надав відомості про поширення та практичне значення різних рослин.

Давньоримський письменник і вчений *Гай Пліній Старший* (23—79 рр. н. е.) підготував 37-томну «Природничу історію», в якій надав відомості з ботаніки, зоології, фізіології, медицини, географії, мінералогії та ін. *Клавдій Гален* (130—200) досліджував внутрішню будову тварин, детально вивчив і описав серце, м'язову систему, центральну і периферичну нервові системи. Він вказував на зв'язок між будовою та функцією органів, між будовою тіла тварини та її способом життя, але пояснював це впливом вищого розуму. Гален зробив вагомий внесок у розуміння багатьох наукових дисциплін, включаючи анатомію, фізіологію, патологію, фармакологію та неврологію.

В епоху *Середньовіччя* було зроблено багато технологічних винаходів (порох, окуляри, дзеркала, механічний годинник, папір, нові засоби руху та ін.). Відбувалась «транспортна революція» і розвивалась торгівля, розширювалися природничі й технічні знання, формувалося раціоналістичне ставлення до навколишнього світу, визрівали передумови наукового стилю мислення. Низку блискучих відкриттів у цю епоху зроблено вченими Близького Сходу й Середньої Азії. Одним з найбільших прогресивних мислителів епохи Середньовіччя був *Абу Алі Ібн Сіна* (*Авіценна*, бл. 980—1037) — лікар, учений, філософ. Авіценна відстоював твердження про матеріальність світу, про зв'язок матерії і руху, вчив, що в навколишньому світі панує загальна природна закономірність. Він розробив теорію і практику різних галузей медицини, а також анатомію, фізіологію; висунув гіпотезу про невидимих збудників інфекційних захворювань, що передаються через воду та повітря. Головну його медичну працю «Канон лікарської науки» (1000—1023) неодноразово перекладали європейськими мовами — близько 30 разів «Канон» видавався латиною і слугував обов'язковим посібником з медицини впродовж 500 років не лише для медичних шкіл арабського Сходу, а й для європейських університетів [27].

Альберт Великий (1193—1280) — німецький вчений-натураліст, теолог, філософ і природознавець, у творах якого відображено рівень природничо-наукових знань XIII ст., в т. ч. ботаніки та зоології. У його трактаті про рослини викладено дані про різноманітність рослин, органографію, фізіологію, наведено відомості про мінливість рослинних форм під впливом зовнішніх умов або природи самого насіння. Сучасник Альберта Великого англійський монах *Роджер Бекон* (1214—1294) закликав вивчати природу дослідним шляхом. Він вважав, що спостереження та досліди — це найнадійніші джерела наукових знань; стверджував, що хоча живі й неживі тіла побудовані з одних і тих самих час-

тинок, живі істоти відрізняються від неживих і залежать від навколишнього середовища, сонячного світла, тепла, вологості.

Систематичні наукові дослідження природи почалися в епоху *Відродження*. В історії біології цей період виділяється як початок перелому в способах пізнання живого. Цьому сприяв бурхливий розвиток торгівлі, мореплавання, будівництва, військової справи, поява друкарського верстата і друкованої книги. До того ж, епоха Великих географічних відкриттів ознайомила європейців із різноманітним життям в різних частинах світу. Для практичного використання вся нова інформація потребувала узагальнення і систематизації. Докорінні соціально-економічні перетворення того часу супроводжувалися новими відкриттями в науці. Вагомий внесок у розвиток біології зробив найвідоміший учений цієї епохи *Леонардо да Вінчі* (1452—1519): він описав багато рослин, вивчав будову тіла людини, зробив 800 точних малюнків кісток, м'язів, серця і надав їх науковий опис. Його малюнки — перші анатомічно правильні зображення тіла і органів людини з натури [28].

II. Період зародження біологічних наук (1543—1664). Саме в цей період в наукових дослідженнях, зокрема біологічних, поряд зі спостереженням і описом став використовуватися експеримент. Вчені намагалися давати біологічне обґрунтування практиці медицини, вивченню рослин і тварин. У 1543 р. італійський анатом *А. Везалій* у трактаті «Сім книг про будову людського тіла» вперше описав будову всіх органів і систем тіла людини на основі анатомування людських трупів, заклавши основи анатомії людини. Німецький лікар і природодослідник *Парацельс* заснував особливий медичний напрям — ятрохімію. Згідно з його вченням, усі життєві процеси пояснюються ферментаціями, а хвороби є порушенням гармонії хімічних функцій в організмі. Італійський лікар та природознавець *А. Цезальпіно* в 1593 р. опублікував результати перевірочних експериментів із дослідження кровообігу. Голландський природодослідник *Я. Гельмонт* уперше провів експериментальні дослідження процесу живлення рослин (бл. 1600), які стали основою для т.зв. теорії живлення рослин. Вчення про кровообіг, створене англійським медиком *В. Гарвеєм* у 1628 р., ґрунтувалось на кількісних вимірюваннях із застосуванням законів гідравліки. Він описав велике і мале кола кровообігу, експериментально довів наявність замкнутого кола кровообігу у людини, складовими якого є артерії та вени, а серце — насосом.

III. Період класичної біології (1665—1952). Умовно в ньому можна виділити декілька етапів, межі яких означено найбільш важливими відкриттями цього періоду. Кожен із них пов'язаний не тільки зі збільшенням обсягу біологічних знань, а й зі зміною загальних уявлень про живий світ і основ біологічного мислення.

Перший етап (1665—1734) — відкриття та вивчення мікроскопічної будови рослин і тварин. Винахід мікроскопа дав змогу вивчати мікроскопічну будову рослин і тварин завдяки відкриттю невидимих для неозброєного ока мікроскопічно малих живих організмів — бактерій та найпростіших. Світловий мікроскоп з окуляром і об'єктивом з'явився на початку XVII ст., однак його винахідник точно невідомий; зокрема, італійський вчений *Г. Галілей* демонстрував винайдений ним дволінзовий збільшувальний прилад ще в 1609 р., а в 1665 р., вивчаючи за допомогою вдосконаленого власноруч мікроскопа тоненькі зрізи пробки бузини, моркви, кропу, англійський натураліст *Р. Гук* відкрив клітинну будову рослинних тканин і запропонував термін «клітина». Приблизно в цей час (1674—1677) голландський натураліст *А. Левенгук* виготовив унікальні лінзи зі 150—300-кратним збільшенням, через які вперше спостерігав одноклітинні організми (тварини і бактерії), сперматозоїди, еритроцити та їх рух у капілярах. Із винаходом світлового мікроскопа пов'язане становлення *цитології*.

Другий етап (1735—1808) — класифікація та систематизація матеріалів і спостережень. Основне завдання біології XVIII ст. полягало в класифікації та систематизації величезної кількості накопичених матеріалів і даних від спостережень. Тому одним із головних досягнень біології цього часу було створення шведським ученим *К. Ліннеєм* (1735) бінарної класифікації рослин і тварин. У своїй праці «Система природи» Лінней вперше обґрунтував вид як універсальну одиницю і основну форму існування живого. Єдині назви рослин і тварин значно спростили термінологію і сприяли взаєморозумінню вчених. Створена Ліннеєм класифікація мала штучний характер, бо ґрунтувалася насамперед на суто зовнішніх ознаках, а не на основних характеристиках організмів. Учений розумів штучність своєї систематики і вказував на необхідність створення природної системи з урахуванням сукупності ознак організмів. Відлік сучасної ботанічної номенклатури ведеться від року публікації книги К. Ліннея «Види рослин» (1753), а зоологічної — від часу виходу 10-го видання його праці «Система природи» (1758). К. Лінней є засновником сучасної систематики. Книга «Система природи» за життя автора перевидавалася 12 разів і значно вплинула на розвиток науки XVIII ст. [29].

Фундаментальна 36-томна праця французького натураліста *Ж.-Л. Бюффона* «Природнича історія» (1749—1789) відкрила нову сторінку в розвитку природознавства. В ній поряд з описами рослин і тварин містилися ідеї про мінливість видів, розмноження й розвиток організмів та єдність рослинного і тваринного світів. У 1771—1778 рр. англійський натураліст, хімік і філософ *Дж. Прістлі* експериментально довів, що рослини виділяють кисень. Пізніше швейцарський вчений

Ж. Сенебье встановив (1782), що рослини під дією сонячного світла засвоюють вуглекислий газ і виділяють кисень. Це були перші спроби дослідження центральної ролі рослин у перетворенні речовин і енергії в біосфері Землі та перший крок у науці — *фізіології рослин*. У кінці XVIII ст. італійський фізик *Л. Гальвані* відкрив «тваринну електрику», що надалі призвело до розвитку *електрофізіології*. А італійський біолог *Л. Спалланцані* провів точні експерименти, які спростували можливість самозародження організмів. У 1807 р. вийшла праця *А. Гумбольдта* та *Е. Бонплана* «Ідеї щодо географії рослин», де вперше показано особливості поширення рослин залежно від кліматичних умов. А. Гумбольдт заклав основи ботанічної географії, його ботанічні праці стимулювали розвиток *зоогеографії* і *екології тварин*.

Третій етап (1809—1858) — виникнення еволюційних ідей та створення клітинної теорії. Розвиток природознавства, зокрема біології, в кінці XVIII — початку XIX ст. ознаменувався поглибленням матеріалістичних уявлень. Деякі вчені висловлювали думку про природне виникнення світу і його поступовий розвиток і оновлення. Першу цілісну еволюційну гіпотезу запропонував французький натураліст *Ж.-Б. Ламарк* у праці «Філософія зоології» (1809). Він звернув увагу на роль чинників навколишнього середовища в еволюції живих організмів, припустив, що все різноманіття тварин і рослин є результатом еволюції, тобто історичного розвитку живої природи. Згідно з його уявленнями, ознаки, набуті організмом протягом життя при послідовному впливі навколишнього середовища, передаються спадково. Цим явищем він пояснював пристосованість організмів до середовища існування. Отже, Ламарк об'єднав ідею про змінність видів з ідеєю про прогресивну еволюцію, проте не зміг розкрити механізми еволюційного процесу [30]. *К. Бер*, професор Петербурзької медико-хірургічної академії, відкрив яйцеклітину у ссавців (1826), встановив схожість ембріонів вищих і нижчих тварин, розвинув теорію послідовної появи в ембріогенезі ознак типу, класу, ряду тощо. Вивчаючи внутрішньоутробний розвиток, він сформулював закон зародкової схожості. К. Бера вважають засновником *ембріології*.

У 1838—1839 рр. німецькі вчені *Т. Шванн* і *М. Шлейден* створили клітинну теорію, згідно з якою живі організми складаються з клітин, а клітина є найменшою одиницею життя. Ця теорія стала вирішальним доказом єдності структурної організації всього живого і спільності походження рослинного і тваринного царств. На основі клітинної теорії німецький фізіолог, гістолог *Р. Вірхов* створив *вчення про клітинну патологію* (1858), яка відіграла значну роль у медицині.

Четвертий етап (1859—1899) — розвиток і становлення еволюційного вчення. До фундаментальних змін у біології призвело еволю-

ційне вчення англійського природодослідника Ч. Дарвіна. У 1859 р. вийшла друком його праця «Походження видів шляхом природного відбору», де він стверджує, що органічні форми, які виникли природним шляхом, повільно і поступово перетворюються та вдосконалюються відповідно до навколишніх умов. В основі перетворення лежать спадковість і мінливість, а також постійний природний відбір, який здійснюється через складну взаємодію організмів один з одним і з чинниками неживої природи. Результатом еволюції є пристосованість організмів до умов їх існування та різноманіття видів у природі. Еволюційна теорія поклала початок теоретичній біології та значно вплинула на розвиток інших природничих наук. Вчення Ч. Дарвіна згодом було доповнено і розширено працями його послідовників і як завершена система поглядів під назвою «дарвінізм» остаточно сформувалося на початку ХХ ст. Найбільшу роль у розвитку дарвінізму того часу відіграв німецький вчений *Е. Геккель*, який розробив учення про походження багатоклітинних тварин і сформулював закон про зв'язок між онто- та філогенезом (1866). Він запропонував називати «екологією» науку про взаємозв'язки організмів та їхніх угруповань з умовами середовища життя.

Загалом, у ХІХ ст. у результаті різкого збільшення кількості біологічних досліджень, накопичення і диференціації знань сформувалося багато спеціальних біологічних наук. У ботаніці та зоології з'являються розділи, що вивчають окремі систематичні групи, розвиваються ембріологія, гістологія, мікробіологія, палеонтологія, біогеографія та ін. У 1863 р. фізіолог *І.М. Сеченов* заклав основи вивчення вищої нервової діяльності. Він відкрив центральне гальмування — особливі механізми в головному мозку, що пригнічують рефлекси («сеченівське гальмування»), встановив основні закономірності рефлекторної діяльності живих організмів. Французький вчений *Л. Пастер* розробив концепцію штучного імунітету (1876—1885), виділив збудників інфекційних хвороб і запропонував методи щеплень проти заразних хвороб: сибірської виразки (1881), краснухи тварин (1882), сказу (1885). Пастера вважають засновником мікробіології. *І.І. Мечников* відкрив явище фагоцитозу (1882) — здатність до захоплення та перетравлювання живими клітинами (фагоцитами) сторонніх часточок, виклав фагоцитарну теорію імунітету (1901) та створив теорію походження багатоклітинних організмів, заклав основи імунології. Він є одним із засновників порівняльної патології, еволюційної ембріології. В 1882 р. німецький мікробіолог *Р. Кох* відкрив збудника туберкульозу. У 1892 р. учений *Д.Й. Івановський* відкрив віруси. Він встановив наявність вірусів, що були причинами хвороби поряд з видимими в мікроскоп мікробами, що дало початок новій галузі науки — вірусології.

П'ятий етап (1900—1952) — зародження та розвиток генетичних досліджень. Початок ХХ ст. ознаменувався в біології бурхливим прогресом *генетики*. Важливою подією стало повторне відкриття законів *Г. Менделя* — чеського природодослідника, який ще в 1865 р. сформулював закони успадкування ознак, але цей факт не був належно оцінений в науковому світі. У 1900 р. закони Менделя повторно відкрили незалежно один від одного *Г. де Фріз* у Голландії, *К. Корренс* у Німеччині та *Е. Чермак* в Австрії. Вважається, що на перші роки ХХ ст. припадає початок експериментальної генетики, яка принесла безліч нових емпіричних даних про спадковість і мінливість. До таких даних належать відкриття дискретного характеру спадковості, обґрунтування уявлення про гени і хромосоми як носії генів, уявлення про лінійне розташування генів, доказ існування мутацій і можливість викликати їх штучно, встановлення законів домінування, розщеплення і зчеплення ознак та ін. [6].

У першій чверті ХХ ст. інтенсивно розвивались і теоретичні аспекти генетики. В 1903 р. голландський ботанік і генетик *Г. де Фріз* провів перші систематичні дослідження мутаційного процесу, сформулював мутаційну теорію мінливості (вперше запропоновану ботаніком *С. Коржинським*, 1899), яка становить одну з основ генетики. Згідно з нею з двох категорій мінливості — безперервної і переривчастості (дискретної) — тільки остання є спадковою. Для її позначення *Г. де Фріз* увів термін «мутація». Особливо велику роль відіграла хромосомна теорія спадковості, описана в 1910—1915 рр. у працях *А. Вейсмана*, *Т. Морґана*, *А. Стертеванта*, *Г. Меллера* та ін. Вона будувалася на декількох вихідних абстракціях: хромосома складається з генів; гени розташовані в хромосомі в лінійному порядку; ген — неподільна корпускула спадковості, «квант»; у мутаціях ген змінюється як ціле. Ця теорія була першою ґрунтовною спробою концептуалізації ідей, закладених у законах Менделя [31].

Подолання протиріч між еволюційною теорією та генетикою стало можливим зі створенням синтетичної теорії еволюції, яка складає основу всієї системи сучасної *еволюційної біології*. Синтез генетики і еволюційного вчення був якісним стрибком у розвитку як генетики, так і еволюційної теорії, — оскільки він означав створення якісно нового ядра системи біологічного пізнання, свідчив про перехід біології з класичного на сучасний, некласичний рівень розвитку [6]. Принципові положення синтетичної теорії еволюції були закладені роботами *С. Четверикова* (1926), а також *Р. Фішера*, *С. Райта*, *Дж. Холдейна*, *М.П. Дубініна* (1929—1932) та ін. Ця теорія ґрунтується на уявленні про те, що елементарною одиницею еволюції вважається локальна популяція; матеріалом для еволюції є мутаційна і рекомбінаційна мінливість; природний відбір розглядається як головна причина розвитку адапта-

цій, видоутворення і походження надвидових таксонів; дрейф генів і принцип засновника виступають причинами формування нейтральних ознак; вид є системою популяцій, репродуктивно ізольованих від популяцій інших видів, і кожен вид екологічно відокремлений; видоутворення полягає у виникненні генетичних ізолювальних механізмів і здійснюється переважно в умовах географічної ізоляції. Формування синтетичної теорії еволюції ознаменувало перехід до популяційної концепції, яка змінила організоцентричну концепцію. Це відкрило якісно новий етап у розвитку біології — перехід до створення єдиної системи біологічного знання, що відтворює закони розвитку і функціонування органічного світу як цілого [32].

Широкий синтез даних порівняльної анатомії, ембріології, біогеографії, палеонтології з принципами генетики здійснено в працях *М.І. Вавилова, І.І. Шмальгаузена (1939), А.Л. Тахтаджяна (1943), Дж. Сімсона (1944), Б. Ренша (1947)*.

У ХХ ст. ідеї І.М. Сеченова отримали розвиток в працях *І.П. Павлова*, який створив (1917—1927) вчення про вищу нервову діяльність, відкрив шляхи об'єктивного експериментального дослідження функцій кори головного мозку, розробив метод вироблення умовних рефлексів. Серед інших знакових подій першої половини ХХ ст., які змінили світ сучасної медицини, є відкриття у 1929 р. британським бактеріологом *О. Флемінгом* першого антибіотика — пеніциліну (його природної форми). У 1940 р. британські фармаколог *Г. Флорі* та біохімік *Е. Чейн* виділили хімічно чистий антибіотик. Це відкриття уможливило створення низки життєво необхідних ліків.

IV. Період сучасної біології (1953 — донині).

Перший етап (1953—2002) — відкриття молекулярних основ живого та розкриття суті життєвих процесів. У 40-х рр. ХХ ст. в біології відбулася важлива подія — природу гена почали трактувати як нуклеїнову, а не білкову. Саме внаслідок незнання спадкових властивостей ДНК біохімія розвивалася відносно незалежно від генетики до середини 40-х рр. Взаємодія цих двох наук почалася зі зміною поглядів на природу гена [6]. У 1944 р. американські вчені *О. Евері, М. Маккарті* та *К. Маклеод* довели, що саме ДНК є речовиною, яка зберігає генетичну інформацію. Відтоді почався інтенсивний розвиток *молекулярної біології*. Дослідження австрійсько-угорського біохіміка *Е. Чаргаффа* у 1949—1951 рр., який сформулював правила, що пояснюють структуру ДНК, а також рентгенографічні дослідження ДНК, проведені англійським біофізиком *М. Вілкінсом* та ін., підготували ґрунт для розшифровки в 1953 р. англійськими та американськими вченими *Ф. Криком, Д. Вотсоном, М. Вілкінсом* та *Р. Франклін* структури ДНК. Було виявлено, що молекула ДНК складається з двох комплементарних полінуклеотидних

ланцюгів, кожний з яких виступає як матриця для синтезу нових аналогічних ланцюгів. Розшифровка структури ДНК була революцією в молекулярній біології та ключем до розуміння того, що відбувається в гені при передачі спадкових ознак [22].

У 1961—1965 рр. американські біохіміки *М. Ніренберг* і *Р. Голлі* та індійський біохімік *Г. Корана* розшифрували генетичний код і довели його роль у синтезі білка. У 1968 р. Г. Корана вперше здійснив штучний синтез гена, що започаткувало розвиток нових напрямів у генетиці людини — *молекулярної генетики та генної інженерії*. Після цього було розроблено технології штучного і ферментативного синтезу генів, у т.ч. генів інсуліну, інтерферону, соматотропіну. Ці досягнення відкрили великі перспективи в діагностуванні, профілактиці та лікуванні спадкових хвороб.

Ще одним важливим відкриттям у біології ХХ ст. є інфекційні агенти — пріони, про відкриття яких у 1982 р. повідомив американський біохімік *С. Прузінер*. За нормальних умов це звичайні білки людини, які стають патогенними від зовнішніх впливів або генетичних змін і спричиняють смертельні захворювання головного мозку у людей і тварин. Відкриття Прузінера сприяє розумінню біологічних механізмів ряду неврологічних захворювань, зокрема хвороби Альцгеймера, і дає надію створити нові ліки і стратегію лікування хвороб мозку. В 1996 р. групою англійського ембріолога *Я. Вільмута* здійснено перше успішне клонування ссавця (вівця Доллі). Вдалося клонувати тварину не з ембріональної, а із соматичної клітини дорослої тварини. Перспективним напрямом медицини є клітинна терапія на базі використання клонуваних клітин. Технологія клонування тварин дозволить здійснювати і широкомасштабну ксенотрансплантацію органів, тобто заміну окремих органів людини на відповідні клоновані органи.

Відкриття стовбурових клітин людини стало визначною подією в біології ХХ ст. Термін «стовбурава клітина» запровадив гістолог *О.О. Максимов* ще в 1908 р. Наступною віхою в цій галузі досліджень було відкриття *О. Фріденштейном* і *Й. Чертковим* у 1960—1970-х рр. стовбурових клітин крові. Проте її бурхливий розвиток почався в 1998 р., коли американський біолог *Дж. Томпсон* з колегами вивели першу лінію людських ембріональних стовбурових клітин. У сучасній медицині трансплантацію стовбурових клітин людини здійснюють із лікувальною метою.

Загалом для біології ХХ ст. характерні дві взаємопов'язані тенденції у вивченні явищ життя: по-перше, розгляд цих явищ на різних рівнях організації (молекулярному, клітинному, організмовому, популяційному); по-друге, прагнення до цілісного, синтетичного пізнання живої природи призвело до прогресу наук, які вивчають певні властивості живої природи на всіх структурних рівнях її організації (генетика, систематика, еволюційне вчення тощо).

Другий етап (2003 — донині) — етап розвитку новітніх біотехнологій як запоруки лікування багатьох хвороб і створення нових медикаментів. У 1990 р. Національним інститутом охорони здоров'я США розпочато міжнародний науково-дослідний проект «Геном людини», який очолив Дж. Вотсон, з 1993 р. — Ф. Коллінз. Мета проекту — визначення послідовностей ДНК, локалізації генів та їхніх функцій. У 2000 р. опубліковано робочий варіант структури геному, в 2003 — повний геном. Крім очевидної фундаментальної значущості, визначення структури людських генів є важливим кроком у розробленні нових медикаментів та розвитку інших аспектів охорони здоров'я.

У 2004—2006 рр. американські вчені українського походження *О.Р. Таратула* та *О. Таратула* з університету штату Орегон (США) винайшли метод, який дає змогу виявляти злоякісні пухлини на ранній стадії і видаляти з організму всі ракові клітини. Метод ґрунтується на тому, що наночастинки під дією світла можуть знайти і візуалізувати ракову пухлину, а також продукувати тепло, яке вбиває ракові клітини. Ефективність методу доведена на тваринах. Японському вченому *С. Яманака* в 2007 р. вдалося отримати «етичні» (не з ембріонів) плюрипотентні стовбурові клітини миші шляхом епігенетичного перепрограмування. За 40 років до цього британський біолог *Дж. Гердон* клонував жабу з ядра клітини кишечника пуголовка, показавши, що спеціалізовані ембріональні клітини здатні дати початок новому організму.

У 2009 р. в Університеті штату Пенсільванія (США) успішно застосовано геннотерапію для лікування хворих вірусом імунодефіциту. На гризунах показано ефективність геннотерапії в лікуванні хронічного болю, глухоти, сліпоти. У 2010 р. американський генетик *К. Вентер* зі співробітниками створив першу повністю синтетичну хромосому з геномом. Її вбудували в бактеріальну клітину, і отриманий синтетичний організм змінився відповідно до вставленого геному і був життєздатним. У перспективі синтетичний геном дасть змогу створювати вакцини проти нових вірусних штамів грипу, виробляти ефективне біопаливо, нові харчові продукти тощо. Сьогодні стрімко розвивається нейропротезування — зрощення людського тіла, зокрема нервів, з протезами, обладнаними програмним забезпеченням, які здатні виконувати значну кількість операцій лише зусиллям думки їхнього власника.

У 2012 р. молекулярні біологи Каліфорнійського університету в Берклі *Дж. Дудна* та *Е. Шарпантьє* відкрили метод редагування геному — *CRISPR/Cas9*, або т. зв. генетичні ножиці. Використовуючи їх, вчені можуть змінювати ДНК тварин, рослин, мікроорганізмів, інших живих істот досить просто та з надзвичайно високою точністю. Ця технологія мала революційний вплив на науки про життя, знайшла застосування у нових методах лікування раку і може здійснити мрію про лікування

спадкових захворювань. У 2015 р. вчені США знайшли новий спосіб створення антибіотиків, який зможе допомогти в боротьбі зі зростаючим числом інфекцій, стійких до препаратів цієї категорії. Дослідники з Північно-Східного університету в Бостоні (США) під керівництвом *К. Льюїса* розробили метод вирощування бактерій в ґрунті в лабораторних умовах. Їхні дослідження призвели до відкриття 25 нових антибіотиків, один з яких — тейксобактін — показав ефективність у лікуванні мишей від інфекцій, стійких до ліків. У 2016 р. японські вчені винайшли бактерію *Ideonella sakaiensis* (лінія 201-F6), здатну розкласти ПЕТ (поліетилентерефталат), що використовується для виробництва пластикових пляшок та інших виробів, на вуглекислий газ і воду приблизно за шість тижнів. Це відкриття показало, що існують можливості біоремедіації — перероблення відходів із використанням живих організмів.

У 2017—2019 рр. дослідники з лабораторії молекулярної біології Ради медичних досліджень у Кембриджі (Велика Британія) створили перший у світі організм, ДНК якого є повністю синтетичним і радикально переписаним людьми. Створений лабораторний мікроб — це штам бактерії, який часто виявляють в ґрунті й кишківнику. Він подібний до свого природного відповідника, але його виживання забезпечується меншим набором генетичних інструкцій. Саме існування цього організму доводить можливість існування життя на основі меншого генетичного коду. Це відкриває шлях до створення організмів, біологічна система яких буде призначена для виробництва ліків і корисних матеріалів або для створення нових якостей, як-от опірність до вірусів.

На підставі проведеного дослідження автором запропоновано власну періодизацію біологічної науки (див. таблицю).

На теренах сучасної України розвиток науки, зокрема біології, припадає на ХІХ ст. і пов'язаний насамперед зі створенням університетів: Харківського (1805), Київського (1834), Новоросійського (1865, Одеса), які були не лише освітніми центрами, а й базою для проведення експериментальних і теоретичних досліджень. У Харківському університеті працювали відомі вчені: ботанік *В.М. Черняєв* (зробив перші зведення із флори України), зоолог *І.А. Криницький* (перший дослідник молюсків у Східній Європі), палеонтолог *І.Й. Калениченко* (здійснив перші в Україні палеонтологічні розкопки), *В.Я. Данилевський* (заклав основи електрофізіології головного мозку), *Л.С. Ценковський* (винайшов вакцину проти сибірської виразки). У Київському університеті працювали *В.Г. Бессер* (автор праць із флори Галичини, Поділля й Волині), *Е.-Р. Траутфеттер* (перший використав принцип ботаніко-географічного районування рослин), *О.Д. Павловський* (запропонував метод виготовлення протидифтерійної сироватки), *С.Г. Навашин* (уперше описав явище подвійного запліднення в покритонасінних рослин), *О.М. Северцов* (створив вчення

про співвідношення онто- і філогенезу). У Новоросійському університеті *І.І. Мечников* виконав дослідження внутрішньоклітинного травлення, що стали основою для створення ним теорії імунітету, спільно з *О.О. Ковалевським* довів єдність плану розвитку різних груп тваринного світу. В 1886 р. *І.І. Мечников* спільно з *М.Ф. Гамалією* та *Я.Ю. Бардахом* організував у Одесі першу бактеріологічну станцію, де проводилася вакцинація проти сказу. Становлення та перші успіхи фізіології центральної нервової системи пов'язані з діяльністю *І.М. Сеченова*, який у 1871—1876 рр. працював у Новоросійському університеті, де підтвердив і розвинув сформульоване ним раніше положення про матеріальну основу психічних процесів. Важливу роль у розвитку біологічних досліджень відіграли товариства дослідників природи та наукові медичні товариства, зоологічні та біологічні кабінети, музеї та ботанічні сади, створені при університетах.

Зі створенням Української академії наук (1918) біологічними дослідженнями вже займаються профільні інститути, де розпочинали наукову діяльність майбутні академіки АН УРСР: ботаніки *О.В. Фомін*

Періодизаційна схема біології

Період	Етап
I. Накопичення практичних донаукових біологічних знань (VIII ст. до н. е. — 1542) II. Зародження біологічних наук (1543—1664) III. Класична біологія (1665 — середина XX ст.)	1. (1665—1734) — відкриття та вивчення мікроскопічної будови рослин і тварин 2. (1735—1808) — класифікація та систематизація матеріалів та спостережень 3. (1809—1858) — виникнення еволюційних ідей та створення клітинної теорії 4. (1859—1899) — розвиток і становлення еволюційного вчення 5. (1900—1952) — зародження та розвиток генетичних досліджень
IV. Сучасна біологія (1953 — донині)	1. (1953—2002) — відкриття молекулярних основ живого та розкриття сутності життєвих процесів 2. (2003 — донині) — розвиток новітніх біотехнологій як запоруки лікування багатьох хвороб і створення нових медикаментів

Джерело: побудовано автором.

та *Д.К. Зеров*, біохіміки *М.Ф. Гулий* та *В.О. Бєлицер*, фізіолог *О.О. Богомолець*, мікробіолог *Д.К. Заболотний*; члени-кореспонденти АН УРСР: ліхенолог *А.М. Окснер*, ентомолог *Є.В. Зверезомб-Зубовський* та ін.

У 30—50-х рр. ХХ ст. розвиток біології в Україні зазнав значних перешкод через політичні репресії та Другу світову війну. З початком війни тематику наукових установ було змінено відповідно до потреб воєнного часу. Розвиток біології в Україні у другій половині ХХ ст. визначався соціально-політичними змінами у СРСР і загальними світовими тенденціями. Про його прискорення свідчать дані про зростання чисельності дослідників і обсягів фінансування наукових робіт.

Значні досягнення в ботаніці того періоду належать *М.М. Гришку*, *П.С. Погребняку*, *А.М. Гродзинському*, *Є.Л. Кордюм*, зоології — *В.О. Топачевському*, біохімії — *О.В. Палладіну*, гідробіології — *О.В. Топачевському*, радіобіології — *Д.М. Гродзинському*, генетиці — *С.М. Гершензону*, мікробіології — *Д.К. Заболотному*, фізіології людини і тварин — *О.О. Богомольцю*, *П.Г. Костюку*, біохімії — *С.В. Комісаренку*, паразитології — *О.П. Маркевичу* та багатьом іншим. У часи незалежної України всесвітньо відомими стали дослідження *Г.В. Єльської* (молекулярна біологія), *О.О. Кришталя* (нейрофізіологія), *Ю.Ю. Глеби* (генна інженерія рослин), *О.П. Демченка* (нанобіотехнології) та ін.

Висновки. В історії біології можна виділити кілька періодів. У давній період давньогрецькі та давньоримські натурфілософи (Арістотель, Гіппократ, Гален та ін.) зробили важливий внесок у галузь біології, вивчаючи анатомію, фізіологію та природничу історію. У період Середньовіччя розвиток біології уповільнився, здобуті тоді знання в більшості стосувались медицини. Деякі вчені того часу намагались пояснити походження життя, але їхні роботи не ґрунтувались на експериментальних даних. Винахід мікроскопа в XVII ст. дозволив вивчати клітини та мікроорганізми, а система класифікації, розроблена К. Ліннеєм у XVIII ст., стала основою сучасної систематики. У XIX ст. еволюційна теорія Ч. Дарвіна здійснила революцію в галузі біології та відіграла важливу роль у формуванні розуміння еволюції видів. Іншими важливими постатями в історії біології того часу є Г. Мендель, який відкрив закони спадковості, та Л. Пастер, який розробив мікробну теорію хвороб і зробив значний внесок у галузі імунології та мікробіології. У ХХ ст. досягнення генетики та молекулярної біології привели до відкриття структури ДНК і розвитку генної інженерії. У ХХІ ст. біологія продовжила розвиватися завдяки новим технологіям і методам дослідження. Нові галузі, як-то синтетична біологія, обчислювальна біологія та системна біологія, дають розуміння складних біологічних систем та їх взаємодії з навколишнім середовищем.

Підсумовуючи, можна зазначити, що найважливішими у розвитку біологічних наук є періоди класичної (1665 р. — середина ХХ ст.) та

сучасної біології (1953 — донині), знаковими подіями в яких є: період класичної біології — відкриття клітин Р. Гуком, перша цілісна теорія еволюції Ж.-Б. Ламарка, систематика природи К. Ліннея, еволюційне вчення Ч. Дарвіна, закони спадковості Г. Менделя, рефлекторна теорія діяльності головного мозку І.М. Сеченова, концепція штучного імунітету Л. Пастера, хромосомна теорія спадковості (Т. Морган та ін.), вчення про вищу нервову діяльність І.П. Павлова; період сучасної біології: розшифровка структури ДНК (Ф. Крик, Д. Вотсон та ін.), розшифровка повного геному людини (Х. Корана та ін.).

Друга частина статті буде присвячена більш детальному висвітленню розвитку біологічної науки в Україні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лункевич В.В. От Гераклита до Дарвина. Античный мир. Средневековье. Возрождение. Москва: Юрайт, 2019. 384 с.
2. Лункевич В.В. От Гераклита до Дарвина. На грани двух эпох. Москва: Юрайт, 2019. 433 с.
3. Мирзоян Э.Н. Этюды по истории теоретической биологии. 2-е изд., расш. Москва: Наука, 2006. 371 с.
4. Медавар П., Медавар Д. Наука о живом. Современные концепции в биологии. Пер. с англ. Москва: Мир, 1983. 207 с.
5. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. Пер. с англ. Москва: Мир, 1988. 674 с.
6. Найдыш В.М. Концепция современного естествознания. 3-е изд., доп. и перераб. Москва: Альфа-М; ИНФРА-М, 2007. 704 с.
7. Morange M. A History of Biology. Princeton University Press, 2021. 447 с.
8. Singer C. A History of Biology: A General Introduction to the Study of Living Things. Henry Schuman, New York, 1950. 579 с.
9. Развитие биологии в СССР / Под ред. С.Р. Миклулинского. Москва: Наука, 1967. 762 с.
10. История биологии с древнейших времен до начала XX века / Под ред. Л.А. Бляхера. Москва: Наука, 1972. 564 с.
11. История биологии с начала XX века до наших дней / Под ред. Л.А. Бляхера. Москва: Наука, 1975. 659 с.
12. Развитие биологии на Украине: в 3-х т. / Гл. ред. К.М. Сытник. Киев: Наук. думка, 1984—1985.
13. Павленко Ю.В., Руда С.П., Хорошева С.А., Храмов Ю.О. Історія природознавства до початку XX ст. в історичному, культурному та освітньому контекстах. Київ: Академперіодика, 2001. 420 с.
14. Базилевская Н.А., Белоконь И.П., Щербакова А.А. Краткая история ботаники. Москва: Наука, 1968. 310 с.
15. Щербакова А.А., Базилевская Н.А., Калмыков К.Ф. История ботаники в России (дарвиновский период, 1861—1917 гг.). Новосибирск: Наука, 1983. 362 с.
16. Мазурмович Б.М. Розвиток зоології на Україні. Київ: Вид-во Київського університету ім. Т. Шевченка, 1972. 229 с.

17. Сперанский В.С., Гончаров Н.И. Очерки истории анатомии. Волгоград: Издатель, 2012. 216 с.
18. Бляхер Л.Я. История эмбриологии в России (с середины XVIII века до середины XIX века). Москва: Изд-во АН СССР, 1955. 376 с.
19. Брусиловский А.И., Георгиевская Л.С. История развития эмбриологии человека. Симферополь: Крымский медицинский ин-т, 1990. 80 с.
20. Новиков Г.А. Очерк истории экологии животных. Ленинград: Наука, 1980. 299 с.
21. Одум Ю. Основы экологии. Москва: Мир, 1975. 740 с.
22. Голда Д.М. Генетика. Історія. Відкриття. Персоналії. Терміни. Київ: Укр. фітосоціол. центр, 2004. 127 с.
23. Захаров И.А. Генетика в XX веке. Очерки по истории. Москва: Наука, 2003. 75 с.
24. Шлегель Г. История микробиологии. Пер. с нем. Москва: Эдиториал УРСС, 2002. 302 с.
25. Храмов Ю.А. Новый подход к построению истории фундаментальной науки. *Наука та наукознавство*. 2017. № 2 (95). С. 112—125. <https://doi.org/10.15407/sofs2017.02.112>
26. Храмов Ю.О. Періодизація в історії фундаментальних наук. *Наука та наукознавство*. 2018. № 3 (101). С. 92—104. <https://doi.org/10.15407/sofs2018.03.092>
27. Петров Б.Д. Ибн Сина (Авиценна). Москва: Медицина, 1980. 152 с.
28. Кэмп М. Леонардо. Пер. с англ. Москва: Астрель, 2006. 286 с.
29. Кондратюк С.Я. Вдячні нащадки славетного природознавця мають переваги у ХХІ столітті (до 300-річчя від дня народження Карла Ліннея). *Український ботанічний журнал*. 2007. Т. 64. № 5. С. 629—633.
30. Пузанов И.И. Жан Батист Ламарк. Москва: Детгиз, 1959. 192 с.
31. Генетика / Под ред. В.И. Иванова. Москва: Академкнига, 2006. 638 с.
32. Гайсинович А.Е. Зарождение и развитие генетики. Москва: Наука, 1988. 432 с.

Одержано 05.07.2023

REFERENCES

1. Lunkevich, V.V. (2019). *From Heraclitus to Darwin. The Ancient World. Middle Ages. Renaissance*. Moscow: Yurait [in Russian].
2. Lunkevich, V.V. (2019). *From Heraclitus to Darwin. On the Borderline of Two Eras*. Moscow: Yurait [in Russian].
3. Mirzoyan, E.N. (2006). *Etudes on the history of theoretical biology*. 2nd ed., revised. Moscow: Nauka [in Russian].
4. Medawar, P., & Medawar, D. (1983). *The Life Science: Current Ideas of Biology*. Moscow: Mir [in Russian].
5. Arms, K. & Kemp, P. (1988). *Biology*. Moscow: Mir [in Russian].
6. Naidysh, V.M. (2007). *The concept of modern natural science*. 3rd ed., suppl. and revised. Moscow: Alfa-M; INFRA-M [in Russian].
7. Morange, M. (2021). *A History of Biology*. Princeton University Press.
8. Singer, C. (1950). *A History of Biology: A General Introduction to the Study of Living Things*. Henry Schuman, New York.
9. Mikulinsky, S.R. (Ed.). (1967). *Development of biology in the Soviet Union*. Moscow: Nauka [in Russian].

10. Blyakher, L.A. (Ed.). (1972). *History of biology from ancient times till the beginning of the twentieth century*. Moscow: Nauka [in Russian].
11. Blyakher, L.A. (Ed.). (1975). *History of biology from the beginning of the twentieth century till the present day*. Moscow: Nauka [in Russian].
12. Sytnik, K.M. (Ed.) (1984—1985). *The development of biology in Ukraine* (Vol. 1—3). Kyiv: Nauk. dumka [in Russian].
13. Pavlenko, Yu.V., Ruda, S.P., Khorosheva, S.A., & Khramov, Yu.O. (2001). *A history of natural science till the beginning of the XX century: the historical, cultural and education context*. Kyiv: Akadempriodika [in Ukrainian].
14. Bazilevskaya, N.A., Belokon, I.P., & Shcherbakova, A.A. (1968). *A brief history of botany*. Moscow: Nauka [in Russian].
15. Shcherbakova, A.A., Bazilevskaya, N.A., & Kalmykov, K.F. (1983). *A history of botany in Russia (Darwinian period, 1861—1917)*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].
16. Mazurmovich, B.M. (1972). *The development of zoology in Ukraine*. Kyiv: Kyiv University Publishing [in Ukrainian].
17. Speransky, V.S., & Goncharov, N.I. (2012). *Essays on the history of anatomy*. Volgograd: Izdatel [in Russian].
18. Blyakher, L.Ya. (1955). *A history of embryology in Russia (from the middle of the 18th century till the middle of the 19th century)*. Moscow: Publishing of the Academy of Sciences of the Soviet Union [in Russian].
19. Brusilovsky, A.I., & Georgievskaya, L.S. (1990). *A history of the development of human embryology*. Simferopol: Crimea Medical Institute [in Russian].
20. Novikov, G.A. (1980). *An essay on the history of animal ecology*. Leningrad: Nauka [in Russian].
21. Odum, Yu. (1975). *Fundamentals of ecology*. Moscow: Mir [in Russian].
22. Golda, D.M. (2004). *Genetics. History. Discoveries. Personalities. Terminology*. Kyiv: Ukrainian Phytosociological Center [in Ukrainian].
23. Zakharov, I.A. (2003). *Genetics in the twentieth century. Essays on history*. Moscow: Nauka [in Russian].
24. Schlegel, G. (2002). *Geschichte der Mikrobiologie*. Moscow: Editorial URSS [in Russian].
25. Khramov Yu.A., (2017). New approach to constructing the history of basic research. *Science and Science of Science*, 2, 112–125 [in Russian].
26. Khramov Yu.O., (2018). Periodization in the history of basic research. *Science and Science of Science*, 3, 92—104 [in Ukrainian].
27. Petrov, B.D. (1980). *Ibn Sina (Avicenna)*. Moscow: Medicine [in Russian].
28. Camp, M. (2006). *Leonardo*. Moscow: Astrel [in Russian].
29. Kondratyuk, S.Ya. (2007). Grateful descendants of the glorious natural sciences have advantages in the twentieth century (in commemoration of the 300th anniversary of Carl Linnaeus). *Ukrainian Botanical Journal*, 5, 629—633 [in Ukrainian].
30. Puzanov, I.I. (1959). *Jean-Baptiste Lamarck*. Moscow: Detgiz [in Russian].
31. Ivanov, V.I. (Ed.) (2006). *Genetics*. Moscow: Akademkniga [in Russian].
32. Gaisinovich, A.E. (1988). *The origin and development of genetics*. Moscow: Nauka [in Russian].

Received 05.07.2023

V.H. Harmasar, PhD (History), senior researcher
Dobrov Institute for Scientific and Technological Potential
and Science History Studies of the NAS of Ukraine
60, Taras Shevchenko boulevard, Kyiv, 01032, Ukraine
e-mail: vgarmas@meta.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7903-0111>

EVOLUTION AND CHRONOLOGY OF BIOLOGICAL
SCIENCE IN THE WORLD AND UKRAINE. Part 1

The article summarizes the results of a comprehensive study of the history of the development of biology in the world and Ukraine. In its first part, the author's periodization of the development of biological sciences from ancient times to the present is proposed, based on the definition of the main chronological periods and stages determined by significant events, facts and discoveries in the field of biology; the emergence of separate biological trends is traced. The methodological basis of the research was the principles of historicism, objectivity and reliability; general scientific and special methods: historical-chronological, historical-biographical, retrospective and methods of source analysis. The source base consists of fundamental works of foreign and domestic authors on the history of natural science and biology, monographs devoted to the development of certain biological areas, scientific periodicals, historical biographies of scientists, and reporting documents of biological profile institutes of the National Academy of Sciences of Ukraine. The relevance of the study is due to the importance of the periodization of certain branches of science, as it is the basis for the reconstruction of their history. It is shown that by the 16th century information about living organisms had been limited and based mostly on observations and beliefs. During the period of early scientific research (17—18th centuries), systematic studies of living organisms began (the Linnaean system of classification of living beings, the Darwin's theory of evolution, etc.). The 20th century marked the beginning of molecular biology (discovery of DNA structure, genetic engineering). In the modern period (the 21st century), biology studies not only individual organisms, but also their genetic properties, interaction and impact on the environment, as well as the possibilities of their change (decoding the human genome, obtaining "ethical" stem cells, etc.). It is noted that the most important stages in the history of biology generally correspond to the changes in the socio-economic system. The contribution of biological scientists, including Ukrainian ones, in the formation and development of biological sciences in the world is shown.

Keywords: *biological science, biological knowledge, systematics, theory of evolution, cell theory, genetics, molecular biology, DNA, genome.*