

УДК 370/1 ^54(075.2)

DOI <https://doi.org/10.37915/pa.vi48.208>

Сидорович М. М.,  
orcid.org/0000-0003-1302-3378

## ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ КАТЕГОРІЇ «СИСТЕМНІСТЬ ТА ІЄРАРХІЧНІСТЬ ЖИВОГО» В УЧНІВ БІОЛОГІЧНОГО ПРОФІЛЮ

Результати попередніх і здійснених у цій статті аналітичних досліджень дозволяють виокремити декілька аспектів щодо системної організації клітини. Ці аспекти можна розглядати як складові самостійного теоретичного узагальнення біології або категорії «системність та ієрархічність живого». Такі положення складаються із закономірностей: системна організація клітини є достовірно існуюче біологічне явище; клітина – це складна високоорганізована відкрита система, що містить значну кількість елементів. Вони пов'язані між собою різноманітними зв'язками, які забезпечують клітинну цілісність; у клітині як біосистемі існують певні кореляційні механізми; вони зумовлені особливостями її організації і забезпечують структурно-функціональну сталість клітини, фундаментальні властивості живого (саморегуляція, самовідтворення, самооновлення); клітина одночасно є внутрішньо розчленованою системою й органічною частиною цілісного організму; вона функціонує на основі інформації, яку містить і отримує ззовні; клітина – це базовий складник ієрархічної системи вищих структурних рівнів живого (біосфери); клітини як біосистеми у світі живого займають особливе місце: клітинний ступінь організації – це система, з якої почалося життя на Землі. Закономірності системної організації клітини є найсучаснішим узагальненням біології і можуть розглядатися як самостійне узагальнення або складник категорії «системність та ієрархічність живого». Аналіз змісту навчального матеріалу програми «Біологія і Екологія» для 10-11 класів профільного рівня засвідчив, що сформульовані закономірності системної організації клітини можуть бути висвітлені у «Вступі». Такі закономірності рекомендовано розглянути під час проведення уроків із тем «Основи системного підходу в біології та екології: системні зв'язки та елементи, системний ефект», «Поняття про біологічну систему та екосистему», «Основні ієрархічні рівні організації життя на Землі».

**Ключові слова:** поняття «система», характерні ознаки системи, системна організація клітини, теоретичне узагальнення біології, клітинна теорія, категорія «системність та ієрархічність живого», профільний рівень навчання закладів загальної середньої освіти,

**Постановка проблеми.** Конструювання сучасної навчальної програми «Біологія і екологія», 10-11 класи профільного рівня [15], що затверджена МОН України у 2017 році і впроваджена в освітній процес ЗЗСО, суттєво відрізняє її від попередньої чинної програми. Воно спричинює не тільки підвищення ступеня науковості змісту навчального матеріалу, а і, найголовніше, зміну підходів щодо його структурування. Так, зокрема, у програмі 10 класу вперше в навчальній програмі з біології для ЗЗСО реалізований принцип сходження від абстрактного до конкретного, який передбачає розвиток теоретичного мислення учнів. Такий тип мислення вкрай необхідний для формування біологічної картини світу, екологічної складової стратегії сталого розвитку. Його наявність у підростаючого покоління в сучасних умовах інтенсивного розвитку і перебудови суспільства сприяє розвитку мобільності сприйняття навколишнього світу і швидких реакцій на його зміни. Все вказане забезпечить учнівській молоді потужні адаптації, які дозволять у майбутньому успішно реалізуватися у всіх сферах життя.

**Аналіз досліджень.** Ґрунтовні дослідження В. В. Давидова [4; 5] і С. Д. Максименко [8] висвітлюють роль теоретичних узагальнень у формуванні теоретичного типу мислення в учнів. Цими науковцями сформульована психологічна

теорія змістового узагальнення. В. В. Давидов доводить, «що справжнє розв’язання проблеми шкільної освіти з боку її логічно-психологічних основ передбачає зміну типу мислення, що проєктується змістом навчальних предметів і методами їх вивчення, а саме, формування в учнів науково-теоретичного мислення. Основу сучасного науково-теоретичного мислення складають теоретичні узагальнення... У теоретичному узагальненні (змістовій абстракції) має місце ідеальне вираження внутрішніх реальних відношень сутності об’єкта» [4]. Теоретичні узагальнення науки про життя входять до змісту навчальної програми «Біологія і екологія», 10 клас. Більш того: вони з успіхом використовуються у ній для реалізації вищевказаного принципу структурування навчального матеріалу – сходження від абстрактного до конкретного. За ним у «Вступі» програми у вигляді змістової абстракції («абстрактне») висвітлюються атрибути життя (ті якості, що притаманні всім живим системам). До них відносять властивості живого і його системність та ієрархічність. У наступних п’яти темах програми ці категорії біології наповнюються конкретним змістом, тобто розкриваються їх прояви на рівні процесів, явищ, особливостей існування різних живих систем тощо («сходження до конкретного»). Зрозуміло, що добір змісту вказаної змістової абстракції (навчального матеріалу про атрибути життя) і його структурування має суттєве значення для ефективної реалізації принципу сходження від абстрактного до конкретного під час навчання біології у біологічному профілі. Особливо складним, на наш погляд, є представлення узагальнення про системність та ієрархічність живого або концепції структурних рівнів його організації. Між іншим, вона – провідна складова сучасної загальної теорії життя, що безпосередньо пов’язує біологію з екологією. Є праці, які у доступному для учнів вигляді розкривають сутність вказаної концепції [20]. Водночас питання про клітину як біосистему (структурно-функціональний елемент живого) залишається неопрацьованим.

**Мета статті** – обґрунтування системної організації клітини як складової біологічної категорії «системність та ієрархічність живого» і формулювання положень цього теоретичного узагальнення, котрі можна запропонувати для ознайомлення учням біологічного профілю ЗЗСО для більш повного представлення вказаної категорії як змістовної абстракції.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз наукової і навчально-наукової літератури [17] засвідчив, що розуміння проблеми системної організації клітини є неопрацьованим аспектом сучасної науки про життя. Разом із тим, як наголошував ще Є. К. Вермель у своїй класичній праці «Історії вчення про клітину» [3], проблема особливостей організації клітини безпосередньо виходить на загальнобіологічну проблему походження життя, що знаходиться лише на рівні роздумів. До сьогодні ситуація суттєво не змінилася, хоча G. Albrecht-Buchler, фундаментально аналізуючи проблему захисту «немолекулярної» клітинної біології, вказує на таке. «Чим далі ми входимо у молекулярні деталі, тим далі відходимо від цієї задачі (*організації клітини – кур. автора*). З літер текст не скласти. Необхідна загальна теорія, яка оперує надмолекулярними структурами» [25]. Проте, як свідчать поодинокі праці з системної організації клітини [6; 9], ця проблема недостатньо цікавить науковців у епоху молекулярної біології. Остання свої досягнення ніяк не пов’язує з особливостями організації клітини. Більш того: сучасна біологічна наука практично не розглядає закономірності системної організації клітини як частину біологічної категорії «системність та ієрархічність живого» або концепції організації його структурних рівнів. Найбільш щільно вказане узагальнення пов’язане з клітинною теорією. Тому його генезис прослідкуємо в межах її історичного розвитку.

Клітинна теорія, як і теорія Ч. Дарвіна, що є «зразковою парадигмою» біологічної науки XIX ст., лише на перший погляд здається настільки звичайною, банальною істиною, що і звертання до її історії може здаватися несуттєвим. Між іншим, клітинна теорія відіграла визначальну роль у розвитку найважливіших напрямів біологічних досліджень XX ст. Є. К. Вермель на основі вивчення значного об’єму історичного

матеріалу виклав складну, багату суперечностями історію створення клітинного вчення [3]. Е. Б. Музрукова, аналізуючи історію створення клітинної теорії, відзначила, що «сама концепція клітини як універсальної одиниці структури і обміну (функції) стала зламною віхою в пізнанні живого» загалом [11, с. 17]. Аналіз процесу становлення основних цитологічних узагальнень містить наша монографія (Сидорович, 2008). Як свідчить цей аналіз, саме клітинна теорія, джерелом виникнення якої була концепція клітинної дискретності будови організмів або клітинна «теорія» Т. Шванна, склала фундамент сучасної науки про життя. Виходячи з указанного вище і керуючись філософськими визначеннями понять «концепція» і «теорія», у своїй праці автор обґрунтовує вживання саме таких термінів щодо великого відкриття ХІХ століття. Розвиток клітинної теорії детально описаний [20]. Найпоширеним переліком положень сучасної клітинної теорії є:

- клітина – елементарна одиниця живого, поза клітиною немає життя;
- клітини різних організмів гомологічні за своєю будовою;
- розмноження клітин відбувається шляхом поділу вихідної клітини - *omnis cellula e cellula*;
- багатоклітинні організми складаються з ансамблів клітин, які поєднані в цілісні інтегровані системи тканин і органів; останні пов'язані між собою міжклітинними, гуморальними формами регуляції.

Проте положення сучасної клітинної теорії неоднаково формулюються різними науковцями. Добір праць, які ілюструють вказане, відображає таблиця 1. Вона містить більшість положень, що сформульовані фахівцями з метою ілюстрації внеску в клітинну теорію закономірностей системної організації клітини. Прокоментуємо зміст цієї таблиці з позиції саме відображення у таких положеннях указаних закономірностей.

Таблиця 1

**Генезис положень сучасної клітинної теорії за даними різних науковців**

Науковець (науковці), рік	Зміст положень
1	2
Вермель, 1970	<p>1. Клітину необхідно вважати важливішим етапом розвитку матерії від неживого до живого.... особливості організації бактерій, синезелених водоростей та вірусів не знаходяться з цією тезою у протиріччі.</p> <p>2. Морфологічно і фізіологічно клітина є одиницею найпростіших і найскладніших Metazoa. Отже всі клітини гомологічні.</p> <p>3. У процесі філо- і онтогенезу клітини втрачають свою аналогічність бо проходять процеси детермінації, диференціації та спеціалізації. Проте гомологічність їх зберігається.</p> <p>4. Поняття «клітина як така» - це лише абстрактна схема. Будь-яка клітина має свої особливості організації, що пов'язані з виконанням нею певних функцій. З точки зору виявлення функцій клітин мова йде про «видоутворення» клітин. Проте основні властивості живого клітини зберігають.</p> <p>5. Онтогенез необхідно розглядати насамперед як процес утворення гістосистеми з клітин, що пройшли спеціалізацію і диференціювання.</p> <p>6. На рівні багатоклітинного організму існує клітинна інтеграція (система клітин певної архітектури, якій притаманні нові якості).</p> <p><b><u>7. Без поняття «системність організму» не може бути створено і вірно зрозуміти клітину як єдину самостійну цілісність – елементарну живу одиницю, що одночасно є частиною цілого..... «Отже перша елементарна жива система – це клітина».</u></b></p>
Свенсон, 1980	<p>1. Життя існує тільки в формі клітин; організми складаються з клітин; активність даного організму залежить від активності його клітин (кожної окремо і всіх разом); клітина є тією основною одиницею, крізь яку відбувається поглинання, перетворення, запасання і використання речовин та енергії і в якій зберігається, переробляється і реалізується біологічна інформація;</p>

1	2
Свенсон, 1980	<p>2. (як безпосередній наслідок першого положення) В основі безперервності життя лежить клітина. Положення про генетичну безперервність у самому точному смислі відноситься не тільки до клітини загалом, але і до деяких з її більше дрібних компонентів – до генів і хромосом, а також до генетичного механізму, який забезпечує передачу речовини спадковості наступному поколінню. Природа вірусів доводить, що клітина є загалом основною одиницею спадковості. Вірусна частка має гени і хромосоми, але вона не спроможна до самовідтворення без допомоги клітини, в якій „існує”;</p> <p>3. Існує залежність між структурою і функцією. Це останнє положення іноді називають принципом компліментарності; воно означає, що упорядкована поведінка і упорядкована структура глибоко і щільно пов’язані один з одним, всі біологічні функції клітин відбуваються в організованих певним чином клітинних структурах і за суттю детермінуються цими структурами».</p>
Комісаров, 1991	<p><i>визначення поняття „клітина”.</i></p> <p><b>Клітина – елементарна жива система</b>, основа будови, життєдіяльності, розмноження і індивідуального розвитку прокариот і еукариот;</p> <p><b>утворення клітин у процесі індивідуального розвитку.</b> Нові клітини виникають тільки шляхом поділу від існуючих раніш клітин; <b>клітина і організм.</b> Клітини можуть бути самостійними організмами, які здійснюють всю повноту процесів життєдіяльності (прокариоти і протисти). Усі багатоклітинні організми складаються з клітин і їх продуктів. Ріст і розвиток багатоклітинного організму – наслідок розмноження однієї або декількох вихідних клітин;</p> <p><b>функції клітини.</b> У клітинах здійснюються: 1) зворотні процеси, що повторюються: а) обмін речовин – хімічні реакції; б) надходження і виділення речовин, подразливість, рух; 2) незворотній процес розвитку і пов’язаний з ним процес диференціювання. <b>еволюція клітини.</b> Клітинна організація виникла на світанку життя і пройшла довгий шлях еволюції від без’ядерних форм (прокариот) до ядерних (еукариот) – одноклітинних, колоніальних і багатоклітинних.</p>
Сухорукова, 1998	<p>1. Клітина – одиниця будови і життєдіяльності живих організмів.</p> <p>2. <b>Клітина складна цілісна система, що складається із взаємопов’язаних компонентів органел</b></p> <p>3. Клітини можуть бути самостійними організмами, які здійснюють всю повноту процесів життєдіяльності. Всі багатоклітинні організми складаються з клітин і їх продуктів.</p> <p>4. Нові клітини завжди виникають шляхом поділу клітин, що існували раніш. Клітина одиниця розмноження.</p> <p>5. Індивідуальний розвиток організму починається з однієї вихідної клітини, у ядрі якої міститься спадкова інформація про особливості структури і життєдіяльності багатоклітинного організму. Клітина – одиниця розвитку, реалізації генетичної інформації</p> <p>6. В клітині здійснюються зворотні процеси обміну речовин т незворотні процеси онтогенезу.</p> <p>Клітинна організація живого пройшла довгий шлях еволюції від безядерних форм (прокариот) до ядерних (еукариот) – одноклітинних, колоніальних, багатоклітинних.</p>
Абасов та інш, 2017	<p>1. Клітина – елементарна одиниця живого. Поза клітин не має життя.</p> <p>2. <b>Клітина єдина система, яка складається з безлічі закономірно пов’язаних один з одним елементів, які є певними цілісними утвореннями, що складаються із спряжених функціональних одиниць – органел або органодів.</b></p> <p>3. Клітини подібні – гомологічні за будовою і основним властивостям.</p>

Продовження табл. 1

1	2
Сухорукова, 1998	<p>4. Нові клітини завжди виникають шляхом поділу клітин, що існували раніш. Клітина одиниця розмноження.</p> <p>5. Індивідуальний розвиток організму починається з однієї вихідної клітини, у ядрі якої міститься спадкова інформація про особливості структури і життєдіяльності багатоклітинного організму. Клітина – одиниця розвитку, реалізації генетичної інформації</p> <p>6. В клітині здійснюються зворотні процеси обміну речовин т незворотні процеси онтогенезу.</p> <p>Клітинна організація живого пройшла довгий шлях еволюції від безядерних форм (прокаріот) до ядерних ( еукаріот) – одноклітинних, колоніальних, багатоклітинних.</p>
Абасов та інші, 2017	<p>1. Клітина –елементарна одиниця живого. Поза клітин не має життя.</p> <p><b>2. <u>Клітина єдина система, яка складається з безлічі закономірно пов'язаних один з одним елементів, які є певними цілісними утвореннями, що складаються із спряжених функціональних одиниць – органел або органодів.</u></b></p> <p>3. Клітини подібні – гомологічні за будовою і основним властивостям.</p> <p>4. Клітини збільшуються кількісно шляхом поділу вихідної клітини після подвоєння її генетичного матеріалу: клітина від клітини.</p> <p>5. Багатоклітинний організм – це нова система, складний ансамбль з безлічі клітин.</p> <p>6. Клітини багатоклітинного організму тотіпотентні, тобто мають генетичний потенціал клітин всього організму,... але відрізняються різною експресією експресією різних генів, що призводить до їх морфологічного і функціонального різноманіття – до диференціювання.</p>
Biology dictionary, 2019	<p>1. All organisms are made of cells</p> <p>2. <i>Cells are the most fundamental unit of life</i></p> <p>3. <i>Cells come from other cells</i></p>
Vahram R Sargsyan, 2020	<p>1. All living organisms consist of one or many cells.</p> <p>2. A cell is a structural and organizational unit in organisms.</p> <p>3. Cells arise from pre-existing cells.</p> <p>4. The smallest unit of living is a cell with the presence of viruses/endoviruses in it.</p> <p>5. The cells of multicellular organisms are totipotent</p>
Regina Bailey, 2020	<p>1. All living organisms are composed of <u>cells</u>. They may be unicellular or multicellular.</p> <p>2. The cell is the basic unit of life.</p> <p>3. Cells arise from pre-existing cells. (They are not derived from <u>spontaneous generation</u>.)</p> <p>4. Energy flow occurs within cells.</p> <p>5. Heredity information (<u>DNA</u>) is passed on from cell to cell.</p> <p>6. All cells have the same basic chemical composition.</p>

Зазначимо, що клітину як біосистему у вигляді окремого положення розглядають тільки половина науковців. Найбільш глибоко викладає своє розуміння і значення системної організації клітини Є. К. Вермель [3]. Н. М. Аббасов зі співробітниками [1] чітко формулює її поняття. Інші автори лише називають клітину системою. Водночас навіть у вищезгаданих науковців системна організація клітини не постає одним із провідних законів (положень) сучасної клітинної теорії. На наш погляд, під час активного розвитку системології вказане повинне знайти своє відображення у вигляді окремого теоретичного узагальнення біології як етап генезису сучасної клітинної теорії або як складова біологічної категорії (атрибуту життя) «системність та ієрархічність живого». Спробуємо обґрунтувати своє судження.

Із позицій системології під системою розуміють сукупність взаємодіючих між собою елементів, що об'єднані виконанням деякої загальної функції (тобто формує єдине ціле), яка не зводиться до функції її компонентів. У попередній публікації авторки [19], де розглянуто філософський аспект системної організації клітини, доведено, що клітина повністю відповідає наведеному визначенню поняття. Характеристики системи упорядковуються системологією і виокремлюються як наявність /1/ інтегральних якостей (системність) - якостей, які відсутні у елементів системи; /2/ основних елементів, компонентів, частин, які складають алфавіт системи; /3/ функціональних характеристик системи загалом і її окремих компонентів; /4/ комунікативних властивостей системи, які проявляються під час взаємодії з середовищем і з суб- і суперсистемами відносно даної системи; /5/ історичності, спадкоємності в системі та в її компонентах [10]. В інших ґрунтовних працях, що розкривають сутність категорії «система» з філософських позицій [2; 7; 13], виокремлено додатково такі провідні характеристики систем: відкритість, наявність інформації та ієрархічність організації. Відкритість системи розглядається як обов'язковий обмін речовинами, енергією та інформацією із зовнішнім середовищем крізь напівпроникні прикордонні поверхні. Вказана властивість найбільш повно проявляється у живих системах. Інформація, що містять такі системи, на думку визначного еволюціоніста І. І. Шмальгаузена [23], виконує в них декілька функцій. Інформація є основою діяльності організмів при їх передачі від однієї особини до іншої того чи іншого виду; взаємоузгодження в роботі органів і систем органів; програми життя майбутнього організму, що передається закодованою від батьків до нащадків. Остання з указаних вище характеристик – ієрархічність організації живої системи – забезпечує її цілісність. Вона передбачає розташування частин або елементів цілого в порядку від нижчого до вищого [20]. У біосфері існує складна ієрархія рівнів існування живої матерії. Особливість її існування – щільний зв'язок і взаємодія цих рівнів. Ще академік В. А. Енгельгард відзначав, що існує «двобічна взаємодія між вищими та нижчими ланками ієрархії, ... вона є типовою відмінністю біологічної ієрархії. Саме вона надає їм головної специфічної відмінності – можливості здійснювати контролюючий вплив» [24, с. 67]. Такий ієрархічний контроль спричинює субординацію біологічних систем. Питання про з'ясування механізмів контролю залишається відкритим, хоча виникло воно ще за часів В. І. Вернадського. Один із підходів щодо його розв'язання запропонований останнім часом. За ним між рівнями різного ступеня ієрархічності відсутні причинно-наслідкові зв'язки. Автори цього підходу вбачають механізм контролю у «механічно-опосередкованому ефекті»: зміни на вищих рівнях негайно призводять до змін на нижчих рівнях в силу існування структурних, а не причинно-наслідкових зв'язків між ними» [26; 27].

Проведений нами аналіз наукової літератури з проблеми організації клітини [17] дозволив зробити висновок про те, що кожна з указаних характеристик системи притаманна клітині. Отже, клітина є відкритою системою, цілісним елементарним утворенням, якому притаманні всі властивості живого. Елементи клітини мають різноманітні зв'язки. Вони зумовлюють виконання нею певних важливих для її життєдіяльності та організму загалом функцій. Такі зв'язки можна умовно поділити на функціональні і структурні. Прикладом перших є взаємозв'язок частин клітини еукаріот: зовнішньої мембрани, цитоплазми і ядра. Отже, функціональні зв'язки – це така взаємодія складників клітини, при якій робота будь-якого з них залежить від функціонування інших. Прикладом іншого різновиду зв'язків є мембранні потоки в середині вакуому або вакуолярної системи внутрішньоклітинного транспорту [22]. Цю трьохмірну структуру (сферу) утворюють у клітині одномембранні органели і дрібні вакуолі різного призначення, що «перетворюються одне на одне» у процесі вказаних мембранних потоків. Саме в ній наявно демонструються структурні зв'язки між компонентами мембранної системи. Плазмолема безпосередньо взаємодіє з компонентами вакуому як складних загальної схеми функціонування транспортних

мембранних процесів. Ю. С. Ченцов [22] перший виокремив у ній, окрім частин клітини, підсистеми функціонування і навіть чітко назвав декілька клітинних систем. Науковець, окрім мембранної, до них відносить систему енергозабезпечення й опорно-рухову систему. Він зазначає, що всі підсистеми клітини, утворюючи певну спряжену єдність, перебувають у взаємозалежності. Ушкодження однієї зі складових зазвичай веде до зупинки діяльності всієї системи (клітини).

Група науковців, що досліджувала клітинні основи дії фармакологічних препаратів на організм людини, розробила теорію універсальних функціональних блоків клітини. Ці блоки взаємодіють між собою під час впливу зовнішнього чинника (ліків) з метою передачі інформації про нього в середину клітини і формують її цілісну відповідь на таку дію [14]. У попередніх публікаціях автор, розглядаючи системну організацію клітини, вказує, що в ній можна виокремити 5 функціональних клітинних систем як місць локалізації молекулярних механізмів життя: мембранну, спадковий апарат, білоксинтезуючу, енергетичну, опорно-рухову. Вони пов'язані щільними функціональними і структурними взаємовідношеннями і формують єдиний молекулярний фундамент життя. Такий фундамент функціонує на основі інформації. У середині клітини існують певні кореляційні механізми для підтримання її системної цілісності [17; 19]. Клітину можна розглядати як ієрархічне утворення, хоча ця теза потребує доопрацювання. З методичних позицій така властивість клітини розглянута в авторському посібнику з цитології [18].

**Висновки.** Результати аналітичних досліджень дозволяють виокремити декілька аспектів щодо системної організації клітини, які можна розглядати як складові самостійного теоретичного узагальнення біології або категорії «системність та ієрархічність живого». А саме:

1. Системна організація клітини є достовірно існуюче біологічне явище.
2. Клітина – це складна високоорганізована відкрита система, що містить значну кількість елементів. Вони пов'язані між собою різноманітними зв'язками, які забезпечують клітинну цілісність.
3. У клітині як біосистемі існують певні кореляційні механізми, зумовлені особливостями її організації і забезпечують її структурно-функціональну сталість, фундаментальні властивості живого (саморегуляція, самовідтворення, самооновлення).
4. Клітина одночасно є внутрішньо розчленованою системою та органічною частиною цілісного організму.
5. Вона функціонує на основі інформації, яку містить і отримує ззовні.
6. Клітина - це базовий складник ієрархічної системи вищих структурних рівнів живого (біосфери).
7. Клітина як біосистема у світі живого посідає особливе місце: клітинний ступінь організації – це система, з якої почалося життя на Землі.

Отже, закономірності системної організації клітини є найсучаснішим узагальненням біології, що може розглядатися і як самостійне узагальнення, як складник категорії «системність та ієрархічність живого».

Аналіз змісту навчального матеріалу програми «Біологія і Екологія», 10-11 класи профільного рівня засвідчив, що сформульовані закономірності системної організації клітини можуть бути висвітлені у «Вступі», під час проведення уроків з тем «Основи системного підходу в біології та екології: системні зв'язки та елементи, системний ефект», «Поняття про біологічну систему та екосистему», «Основні ієрархічні рівні організації життя на Землі».

Перспективним для подальшого наукового пошуку вважаємо дослідження науково-методичних засад формування інших провідних біологічних категорій, зокрема, властивостей живого, що складають основу структурування змісту чинних програм «Біологія і Екологія» для рівня стандарту і профільного рівня закладів загальної середньої освіти.

**Список використаних джерел:**

1. Аббасов Н. М., Новиков Ю. А., Радчук И. В., Конкиева Н. А. Клеточная теория, история и современное состояние URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017037991>
2. Анисимов А. П. Концепции современного естествознания. Биология. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2000. 100 с.
3. Вермель Е. М. История учения о клетке . Москва : Наука, 1970. 259 с.
4. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения. Москва: ИНТОР, 1996. 544 с.
5. Давыдов В. В. Виды обобщения в обучении: логико-психологические проблемы построения учебных предметов. Москва: Педагогическое общество России, 2000. 480 с.
6. Дмитриевский И. М. Действие слабых информационно-управляющих сигналов в клеточной биологии. URL: <http://www.kogan-im.com/conf/2010/4-3.pdf>
7. Захарова-Соловьева А. В. З. Концепции современного естествознания. Биологическая картина мира: учебное пособие. Оренбург: ИПКГОУОГУ, 2010. 117 с.
8. Марголис Л. Б. Почему мы не понимаем живую клетку, или Мифы молекулярной биологии. URL: [http://evolution.powernet.ru/library/sell\\_life.htm](http://evolution.powernet.ru/library/sell_life.htm)
9. Максименко С. Формування теоретичного типу мислення. *Психолог*. 2003. № 5 (53). С. 2–3.
10. Москаленко П. Г. Навчання як педагогічна система. Тернопіль: ТДП, 1995. 126 с.
11. Музрукова Е. Б. Роль цитологии в формировании и развитии общебиологических проблем. Москва: Наука, 1988. 176 с.
12. Комиссаров Б. Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. Москва : Просвещение, 1991. 160 с.
13. Краснощеков Г. П., Розенберг Г. С. Экология «в законе» (теоретические конструкции современной экологии в цитатах и афоризмах). Тольятти: ИЭВБРАН, 2002. 248 с.
14. Побережный В. И., Швыдюк О. С. Прохоров Д. Д. Теоретические представления молекулярно-клеточного иерархического уровня системной структурно-функциональной организации организма человека. Прикладное его значение. *Медицина болю*. 2016. № 2. С. 50-58.
15. Програма Біологія і Екологія. 10-11 класи. Профільний рівень. Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Затверджено Міністерством освіти і науки України (наказ № 1407 від 23.10.2017 р.). 69 с.
16. Свенсон К., Уэбстер У. Клетка / пер. с англ. Москва: Мир, 1980. 303 с.
17. Сидорович М. М. Теоретичні знання у змісті шкільного курсу біології. Херсон: Видавництво ХДУ, 2008. 404 с.
18. Сидорович М. М. Клетка – система систем разного уровня сложности (Введение в биологию клетки): учебное пособие. 3–е изд., перер. и допол. Херсон: ПП Вишемирский, 2013. 108 с.
19. Сидорович М. М., Кундельчук О. П. Системна організація клітини: філософський аспект. *SWorld*. 2014. Випуск № 4 (37). С. 20–29.
20. Сидорович М. М. Біологічні теорії: структура та її прикладний аспект в методиці навчання біології. *Природничий альманах. Біологічні науки*. Випуск 26. 2019. С. 178–192.
21. Сидорович М. М., Сидорович Є. С. Основні концепції і теорії біології: історія становлення та розвитку: навчальний посібник для студентів біологічних і педагогічних спеціальностей. Херсон: ФОП Вишемирський В. С. 2020. 206 с.
22. Сухорукова Н. Л. Клеточная теория: истоки, постулаты, современное значение. *Ярославский педагогический вестник*. 1998. № 2. С. 93–97.
23. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию: учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академия», 2004. 495 с.
24. Энгельгард В. А. О некоторых атрибутах жизни: иерархия, интеграция, «узнавание». *Вопросы философии*. 1976. № 7. С. 65–81.
25. Albrecht-Buchler G. In defense of «nonmoleouiar» cell biology. *Review of Cytology*, 1990. V. 120. P. 191–241.
26. Craver, Carl F. 2015, «Levels», in Thomas Metzinger & Jennifer M. Windt (eds.) *Open MIND*, Frankfurt am Main: MIND Group. <available online> doi:10.15502/9783958570498. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/197855955.pdf>
27. Eronen M. I. (2018). Levels of Organization in Biology. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/levels-org-biology/>
28. Three Parts of Cell Theory. *Biology Dictionary*, 13 Apr. 2019. URL: <https://biologydictionary.net/three-parts-of-cell-theory/>
29. Regina Bailey. (2020). Cell Theory: A Core Principle of Biology Updated January 24. URL: <https://www.thoughtco.com/cell-theory-373300>

30. Vahram R. & Sargsyan. (2020). New Rehabilitated Cell Theory. *Cell & Cellular Life Sciences Journal*, 5 (1) DOI: 10.23880/cclsj-16000151 URL: <https://medwinpublishers.com/CCLSJ/CCLSJ16000151.pdf>

### References:

1. Abbasov, N. M., Novikov, Yu. A., Radchuk, I. V., & Konkieva, N. A. (2017). Kletochnaia teoriia, istoriia i sovremennoe sostoianie [Cell theory, history and state of the art]. Retrieved from <https://scienceforum.ru/2017/article/2017037991> [in Russian].
2. Anisimov, A. P. (2000). *Kontseptcii sovremennogo estestvoznaniia. Biologiya* [Concepts of modern natural science. Biology]. Vladivostok: Izd-vo DVGU [in Russian].
3. Vermel, E. M. (1979). *Istoriia ucheniia o kletke* [History of the doctrine of the cell]. Moskva: Nauka [in Russian].
4. Davydov, V. V. (1996). *Teoriia razvivaiushchego obucheniia* [Theory of developing education]. Moskva: INTOR [in Russian].
5. Davydov, V. V. (2000). *Vidy obobshcheniia v obuchenii: logiko-psikhologicheskie problemy postroeniia uchebnykh predmetov* [Types of generalization in teaching: logical and psychological problems of building educational subjects]. Moskva: Pedagogicheskoe obshchestvo Rossii [in Russian].
6. Dmitrievskii, I. M. (2010). Deistvie slabykh informatsionno-upravliaiushchikh signalov v kletochnoi biologii [The action of weak information and control signals in Cell Biology]. Retrieved from <http://www.kogan-im.com/conf/2010/4-3.pdf> [in Russian].
7. Zakharova-Soloveva, A. V. (2010). *Kontseptcii sovremennogo estestvoznaniia. Biologicheskaiia kartina mira* [Concepts of modern natural science. Biological picture of the world]. Orenburg: IPKGOUOGU [in Russian].
8. Margolis, L. B. (2001). *.Pochemu my ne ponimaem zhivuiu kletku, ili mify molekuliarnoi biologii* [Why don't we understand a living cell, or myths of Molecular Biology]. Retrieved from [http://evolution.powernet.ru/library/sell\\_life.htm](http://evolution.powernet.ru/library/sell_life.htm) [in Russian].
9. Maksimenko, S. (2003). Formuvannia teoretichnogo tipu mislennia [Formation of a theoretical type of thinking]. *Psikholog*, 5 (53), 2-3 [in Russian].
10. Moskalenko, P. H. (1995). *Navchannia yak pedahohichna systema* [Learning as a pedagogical system]. Ternopil: TDPI [in Ukrainian].
11. Muzrukova, E. B. (1988). *Rol tsitologii v formirovannii i razvitii obshchebiologicheskikh problem* [The role of cytology in the formation and development of general biological problems]. Moskva: Nauka [in Russian].
12. Komissarov, B. D. (1991). *Metodologicheskie problemy shkolnogo biologicheskogo obrazovaniia* [Methodological problems of school biological education]. Moskva: Prosveshchenie [in Russian].
13. Krasnoshchekov, G. P., & Rozenberg, G. S. (2002). *Ekologiya «v zakone» (teoreticheskie konstrukcii sovremennoi ekologii v tsitatakh i aforizmakh)* [Ecology "in law" (theoretical constructions of modern ecology in quotes and aphorisms)]. Toliatti: IEVBRAN [in Russian].
14. Poberezhnyi, V. I., Shvydiuk, O. S. & Prokhorov, D. D. (2016). *Teoreticheskie predstavleniia molekuliarno-kletochnogo ierarkhicheskogo urovnia sistemnoi strukturno-funkttsionalnoi organizatsii organizma cheloveka* [Theoretical conceptions of cellular and molecular hierarchical level of structural and functional organization of the system of human organism]. *Meditsina bolii*, 2 (2), 50-58 [in Russian].
15. *Prohrama Biologii i Ekologii. 10-11 klasy. Profilnyi riven. Navchalna prohrama dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity. Zatverdzheno Ministerstvom osvity i nauky Ukrainy (nakaz № 1407 vid 23.10.2017 r.)* [Syllabus of "Biology" and "Ecology". Grades 10-11. Profile level. Syllabus of the academic discipline for general secondary education institutions. Approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine (order dated October 23, 2017 No 1407)]. (2017) [in Ukrainian].
16. Swenson, C. & Webster, W. (1980). *Kletka* [Cell]. (Trans.). Moskva: Mir [in Russian].
17. Sydorovych, M. M. (2008). *Teoretychni znannia u zmisti shkilnoho kursu biologii* [Theoretical knowledge in the content of the school course of Biology]. Kherson: Vydavnytstvo KhDU [in Ukrainian].
18. Sydorovych, M. M. (2013). *Kletka – sistema sistem raznogo urovnia slozhnosti (Vvedenie v biologiiu kletki)* [Cell is a system of systems of different levels of complexity (Introduction to Cell Biology)]. Kherson: PP Vishemirskii [in Russian].
19. Sydorovych, M. M., & Kundelchuk, O. P. (2014). *Systemna orhanizatsiia klityny: filosofskyi aspekt* [Systemic organization of the cell: a philosophical aspect]. *SWorld*, 4 (37), 20-29 [in Ukrainian].
20. Sydorovych, M. M. (2019). *Biologichni teorii: struktura ta yii prykladnyi aspekt v metodytsi navchannia biologii* [Biological theories: structure and its applied aspect in the methodology of teaching Biology]. *Pryrodnychiy almanakh. Biologichni nauky*, 26, 178-192 [in Ukrainian].

21. Sydorovych, M. M., & Sydorovych, Ye. S. (2020). *Osnovni kontseptsii i teorii biologii: istoriia stanovlennia ta rozvytku* [Basic concepts and theories of Biology: history of formation and development]. Kherson: FOP Vyshemyrskiy V. S. [in Ukrainian].
22. Sukhorukova, N. L. (1998). Kletochnaia teoriia: istoki, postulaty, sovremennoe znachenie [Cellular theory: origins, postulates and modern meaning]. *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik*, 2, 93-97 [in Russian].
23. Chentcov, Yu. S. (2004). *Vvedenie v kletochnuuu biologiiu* [Introduction to Cell Biology]. Moskva: IKTC "Akademiia" [in Russian].
24. Engelgard, V. A. (1976). O nekotorykh atributakh zhizni: ierarkhiia, integratciia, «uznavanie» [Some attributes of life: hierarchy, integration, "recognition"]. *Voprosy filosofii*, 7, 65-81 [in Russian].
25. Albrecht-Buchler, G. (1990). In defense of "nonmoleouiar" Cell Biology. *Review of Cytology*, 120, 191-241 [in English].
26. Craver, C. F. (2015). "Levels", in Thomas Metzinger & Jennifer M. Windt. *Open MIND*. Doi: 10.15502/9783958570498. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/197855955.pdf> [in English].
27. Eronen, M. I. (2018). Levels of Organization in Biology. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Retrieved from <https://plato.stanford.edu/entries/levels-org-biology/> [in English].
28. Three Parts of Cell Theory. *Biology Dictionary*. Retrieved from <https://biologydictionary.net/three-parts-of-cell-theory/> [in English].
29. Bailey, R. (2020). Cell theory: a core principle of Biology. Retrieved from <https://www.thoughtco.com/cell-theory-373300> [in English].
30. Vahram, R. & Sargsyan. (2020). New rehabilitated cell theory. *Cell & Cellular Life Sciences Journal*, 5 (1). Doi: 10.23880/cclsj-16000151. Retrieved from <https://medwinpublishers.com/CCLSI/CCLSI16000151.pdf> [in English].

**Sidorovich M. M.,**  
*orcid.org/0000-0003-1302-3378*

#### **TO THE PROBLEM OF FORMATION OF THE CATEGORY "SYSTEMICITY AND HIERARCHY OF LIVING" IN STUDENTS OF BIOLOGICAL PROFILE**

*The results of previous and conducted analytical studies allow us to identify several aspects of the systemic organization of the cell. These aspects can be considered as components of an independent theoretical generalization of biology or the category of "consistency and hierarchy of living things." The following provisions consist of patterns: the systemic organization of the cell is a reliable existing biological phenomenon; a cell is a complex highly organized open system containing a significant number of elements. They are interconnected by various connections that ensure cellular integrity; in the cell as a biosystem there are certain correlation mechanisms; they are due to the peculiarities of its organization and provide structural and functional stability of the cell, the fundamental properties of living things (self-regulation, self-reproduction, self-renewal); the cell is both an internally dismembered system and an organic part of the whole organism; it operates on the basis of information it contains and receives from the outside; the cell is a basic component of the hierarchical system of higher structural levels of living things (biosphere); cells as a biosystem in the living world has a special place: the cellular stage of organization - is the system from which life began on Earth. Regularities of the systemic organization of the cell are the most modern generalization of biology and can be considered as an independent generalization or a component of the category "consistency and hierarchy of living things". Analysis of the content of the educational material of the program "Biology and Ecology", 10-11 grades of the profile level showed that the formulated patterns can be covered in its "Introduction". They are recommended to be considered during the lessons on "Fundamentals of a system approach in biology and ecology: system connections and elements, system effect", "Concepts of biological system and ecosystem", "Basic hierarchical levels of life on Earth".*

*Key words: concept of "system", characteristic features of the system, systemic organization of the cell, theoretical generalization of biology, cell theory, category "consistency and hierarchy of living things", profile level of education of general secondary education institutions.*

*Дата надходження статті: 20.01.2021 р.  
 Рецензент: доктор педагогічних наук, доцент Коробова І. В.*