
ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Алла СТЕПАНЮК (ЗМІСТ)

Узагальнення як загальнофункціональна спрямованість вивчення живої природи в школі

У процесі засвоєння змісту навчальних предметів, об'єктом висвітлення яких є жива природа, в учнів передбачається сформувати образ біологічної реальності, що характеризується чуттєвою наочністю й цілісністю. Для успішного розв'язання цього завдання необхідно, зокрема, навчити школярів сприймати зміст кожного навчального предмету (ботаніки, зоології, людини та її здоров'я, загальної біології, екології), як основу єдиної науки про біологічну форму існування матерії, а не як сукупність розрізнених концепцій, принципів і законів.

Шкільна практика свідчить, що істотним недоліком у знаннях учнів з предметів біологічного циклу є відсутність необхідного рівня сформованості навичок систематизації, інтеграції програмового матеріалу. Відомо, що успіху у навчанні можна досягнути лише тоді, коли:

1) відбувається інтеріоризація (внутрішнє сприймання) запропонованих знань, тобто визнання їх важливості, дієвості, корисності тощо;

2) нові знання включаються в систему вже існуючих або змінюють існуючу систему, тобто відбувається внутрішня схематизація, теоретизація, постійне формування наукової картини світу.

Знання ж багатьох учнів навіть при достатньо великому їх обсязі, фрагментарні, не узагальнені належним чином ні в межах окремих форм рівнів організації життя (клітинно-організмowego, популяційно-видового, біогеоценотично-біосферного), ні в межах певного навчального предмету.

Існують різні підходи до розв'язання проблеми узагальнення знань школярів у природничо-наукову картину світу, обґрунтовані дослідженнями С.Гончаренка, Л.Зоріної, В.Ільченко, П.Москаленка. Автори, при цьому, виходять із структури науки або логічної моделі науки. Ми вважаємо такий підхід продуктивним, але в основному для навчальних предметів, у яких головною дидактичною одиницею є теорія, а об'єкти вивчення є недоступними для безпосереднього наочного сприйняття.

При розробці власної концепції систематизації знань про живу природу ми виходимо із необхідності забезпечення школярам узагальненого знання, що організовує в свідомості учнів всю наявну сукупність знань, тобто сприяє переведенню їх в систему. Цими знаннями ми вважаємо методологічні знання. Під ними розуміємо "знання про знання" та методи наукового пізнання. Таким чином, систематизація та узагальнення знань школярів про живу природу розглядаються нами в органічній єдності з процесом формування методологічних знань.

За основу проектування процесу вивчення живої природи на базі систематизації та узагальнення знань ми беремо цілісність і системність реально існуючої природи, а не систему знань, що зафіксовані наукою в процесі її пізнання. Тобто методологічною основою проектування етапності і сутності узагальнення знань учнів є відображення в змісті навчального матеріалу цілісності та системності об'єктів живої природи. Вони реалізуються через тлумачення таких положень:

1) сутність біологічної форми руху матерії можна зрозуміти лише внаслідок інтеграції, діалектичного синтезу всіх знань, отриманих при вивченні різних рівнів організації життя;

2) різні рівні організації життя утворюють дещо спільне і можуть розглядатись як його складові функціональні члени, кожний із яких є певною цілісністю, розчленованою на

функціонально взаємопов'язані та субординовані компоненти й елементи;

3) лише вивчення субстрату життя і його виявів, функцій і відношень у взаємній єдності може дати більш або менш точне уявлення про сутність життя;

4) неадитивність властивостей системи у відношенні до властивостей її елементів (єдність на рівні цілісної системи виявляється у наявності нових властивостей системи, що відсутні у її окремих компонентах).

Положення про об'єктивність існування різноманітних форм організації життя, що перебувають у субординаційному зв'язку, та різних типів цілісності, які залежать від ступеня розвитку елементів, що утворюють цю цілісність, покладені нами в основу виділення рівнів знань школярів про живу природу. Зважаючи на еволюційний принцип становлення різноманітних форм проявів життя та їх цілісності, ми виділяємо такі рівні знань школярів про живу природу:

I рівень — знання про клітинно-організмовий рівень організації життя:

1.1. Знання про клітину: прокариот, еукариот (рослинну та тваринну клітину).

1.2. Знання про організм:

а) одноклітинний (дріб'янки, рослини, гриби, тварини);

б) багатоклітинний (рослини, гриби, тварини, людина).

II рівень — знання про популяційно-видовий рівень організації життя:

2.1. Знання про популяцію (рослин, тварин, людей).

2.2. Знання про конкретні види рослин, тварин та людство як окремий вид організмів.

III рівень — знання про біогеоценотично-біосферний рівень організації життя:

3.1. Знання про окремі біогеоценози (екосистеми).

3.2. Знання про біосферу.

Згідно з даними рівнями знань школярів про живу природу і проектується процес узагальнення та систематизації знань школярів.

Проте, при такій орієнтації конструювання змісту навчального матеріалу виникає суперечність між взаємодіями фрагментів об'єктивної реальності і взаємодіями між фрагментами знань, що є об'єктом вивчення шкільного курсу "Біологія", оскільки вони відносяться до двох різних рівнів дійсності. Для подолання відповідної суперечності необхідно передбачити цілеспрямовану, спеціальну діяльність з формування цілісності знань школярів про окремі їх види як передумову систематизації знань на рівні конкретних об'єктів біологічної реальності. Основним методом в даному випадку є узагальнююче повторення, яке побудоване на ідеях системно-структурного аналізу та синтезу. Його суть полягає в тому, що об'єкт розглядається як складна система з множиною елементів, зв'язків та відношень, які становлять єдине ціле.

Зважаючи на виділені нами рівні знань школярів про живу природу та доцільність узагальнення цих знань можна говорити про цілісність знань школярів щодо:

- окремих видів знань (фактів, понять, законів, теорій тощо);
- певних форм організації життя (клітини, організму, популяції, виду, екосистеми, біосфери);
- окремих рівнів організації життя (клитинно-організмового, популяційно-видового, біогеоценотично-біосферного);
- біологічної картини світу.

Виділення відповідних рівнів цілісності знань школярів повністю співпадає з методологічною вимогою розгляду природи як системи ступенів різного рівня загальності, між якими існує ієрархічний зв'язок, та вченням про різні типи цілісності об'єктів живої природи.

Між рівнями цілісності знань школярів існує ієрархічна залежність. Цілісні знання одного рівня є основою, на якій формуються цілісність знань наступного рівня. Не можна сформулювати, наприклад, цілісних знань про певний рівень організації життя, не сформувавши попередньо цілісних знань про конкретні форми організації життя цього рівня. При цьому, динаміку становлення цілісності знань визначає сутність процесу переходу сумативності в цілісність: сума знань → система знань → цілісність знань.

Проектування процесу вивчення шкільного курсу "Біологія" на основі систематизації та узагальнення знань передбачає постійне виявлення структури об'єктів біологічної реальності та структури наукових знань, а також завершення вивчення кожного окремого виду знань, форми організації життя, рівня його організації узагальнюючим повторенням. Як відомо,

систематизація знань передбачає з'ясування їх зв'язку з іншими відповідними знаннями. Для перетворення знань в елемент системи учень повинен:

- 1) усвідомити місце певного виду знань серед інших;
- 2) встановити місце відповідного виду знань в розкритті цілісності об'єкта живої природи.

У першому випадку це місце варіативне, оскільки зв'язки між різними видами знань можуть бути не однозначними залежно від мети встановлення зв'язку, а в другому — інваріантне, оскільки лише систематизація знань на основі структури системного пізнання та перетворення світу дозволяє сформувати в учнів образ живої природи, адекватний об'єктивній реальності.

Проведений методологічний аналіз сутності життя та структурної моделі відповідної науки дозволив виявити, що необхідно розрізнити певні етапи систематизації знань про живу природу. За основу їх виділення ми взяли рівні знань школярів про живу природу та ієрархічний принцип побудови природи, де кожному члену ієрархії притаманні функції, що забезпечують його зв'язок з розміщеною вище системою, інтеграцію в ній (клітина — елемент організму, організм — елемент екосистеми, екосистема — елемент глобальної екосистеми — біосфери).

Ми виділяємо три етапи узагальнення та систематизації знань школярів про цілісність живої природи, кожен з яких передбачає чотири рівні:

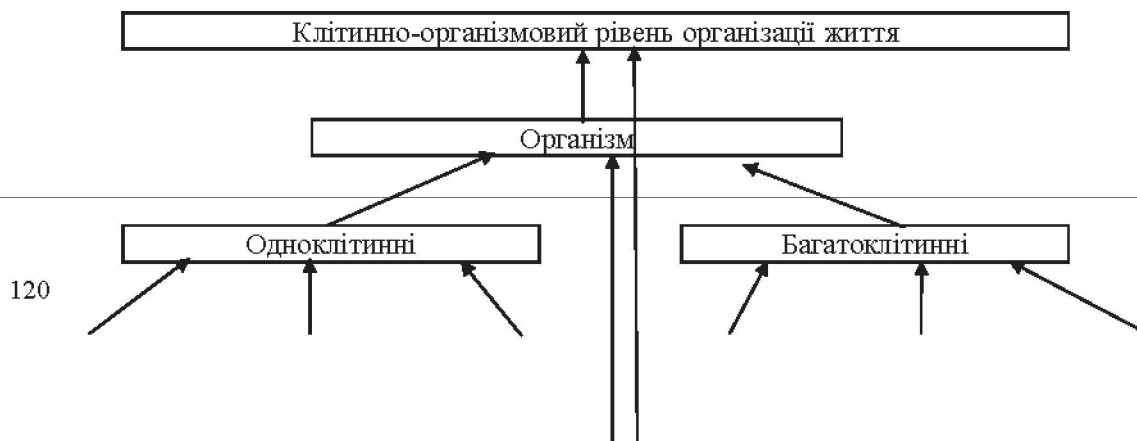
- I рівень — узагальнення знань про їх види.
- II рівень — узагальнення знань про форми біологічної організації.
- III рівень — узагальнення знань про певний рівень організації життя.
- IV рівень — узагальнення знань про цілісність живої природи.

Вивчення живих систем відповідно до ієрархічного принципу дає змогу логічно обґрунтувати зв'язки між системами різних рівнів і таким чином сприяє формуванню в учнів цілісної картини живої природи. Це допомагає простежити появу в кожній системі нових властивостей, що не зводяться до суми якостей елементів, з яких вона складається, показати, як проявляються закономірності життя на кожному рівні ієрархії і в природі загалом. Таким чином, у процесі навчання безперервно збільшується кількість зв'язків між елементами системи, зростає рівень узагальнення знань. Так, вивчення організму на клітинно-організмовому рівні розширюється на надорганізмових рівнях інформацією про організм, що розглядається вже, як цілісний елемент системи з притаманними йому властивостями (здагність поглинати, утворювати та нагромаджувати енергію, реагувати на сигнали середовища існування, розмножуватись, взаємодіяти з іншими організмами та елементами неживої природи тощо).

Отже, формування цілісності знань школярів про живу природу передбачається здійснювати на основі узагальнення та поступової систематизації попередньо сформованих цілісних знань про окремі види знань, певні форми біологічної організації в знання про відповідний рівень організації життя й інтеграції останніх в цілісну картину живої природи.

Проектування діяльності вчителя та учнів на кожному етапі ми називаємо узагальненням по горизонталі, оскільки принцип поліцентризму передбачає універсальність, рівнозначність трьох основних рівнів організації життя, і вони лежать в основі визначення горизонтальної структури вивчення навчального матеріалу шкільного курсу "Біологія".

Механізми реалізації етапів узагальнення та систематизації знань школярів по горизонталі аналогічні. Тому розглянемо послідовність на прикладі клітинно-організмового рівня організації життя (схема 1).



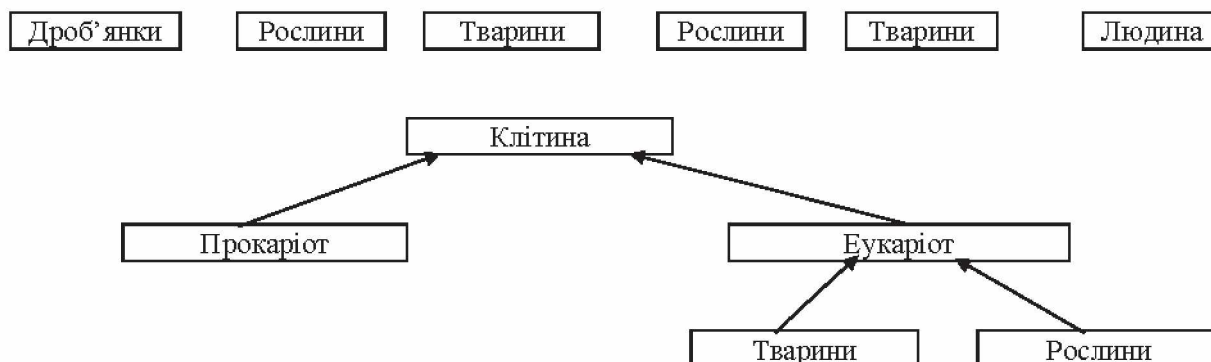


Схема 1.

Структура узагальнення знань школярів про клітинно-організмовий рівень організації життя

На першому рівні узагальнення знань формуються цілісні знання про види знань, на основі яких здійснюється опис реально існуючих об'єктів живої природи. Систематизація та узагальнення знань при цьому здійснюється на основі структурно-логічних схем опису окремих видів знань.

На другому рівні узагальнення формуються цілісні знання про певні форми біологічної організації кожного рівня. На клітинно-організмовому рівні це клітина та організм. Узагальненню знань про ці системи передують такі етапи:

- на рівні системи “клітина” (узагальнення про клітини прокаріот та еукаріот);
- на рівні системи “організм” (узагальнення про одноклітинні та багатоклітинні організми).

Формування абстракцій “рослинний організм”, “тваринний організм”, “організм людини”, на основі яких розвивається та конкретизується поняття “організм”, також є поетапним процесом. Так, наприклад, на основі узагальнення знань про конкретний реально існуючий тваринний організм, коли проходить конкретизація раніше сформованого змістовного узагальнення, розвивається поняття про загальну характеристику представників певних класів, а вже на цій основі виникає узагальнення вищого порядку — тваринний організм.

Необхідність конкретизації раніш сформованого змістовного узагальнення на рівні конкретного організму обумовлена недостатністю розвитку в школярів вмінь мисленого конструювання. В психологічній літературі обґрунтовано, що для розкриття дитині об'єктивного змісту нового поняття необхідне залучення конкретного предмета. Останній дає можливість отримати в “готовому вигляді” той цілісний образ, який ми не можемо сформулювати у нього важчим шляхом — мисленням конструюванням із уже засвоєних ознак. У даному випадку етап емпіричного узагальнення не пов'язаний із формально-логічним узагальненням зовнішніх подібних ознак певних фактів, що є результатом розчленування останніх за ознаками і їх зіставлення. Він базується на формально-логічному аналізі і дає можливість реалізувати шлях формування в школярів понять від загального (недиференційованого) до часткового (диференційованого) і навпаки.

Таким чином, спостерігається певна етапність у формуванні цілісних знань школярів про форми організації життя: від цілісних знань про конкретні реально існуючі об'єкти живої природи через цілісні знання на рівні абстрактних понять про організм рослин, тварин, людини тощо до цілісних знань про певну форму біологічної організації.

Поєднання відповідної послідовності спеціальної, цілеспрямованої діяльності з систематизації та узагальнення знань школярів з конструюванням змісту програмового матеріалу на основі концепції теоретичного узагальнення, дозволяє забезпечити взаємодію індуктивної та дедуктивної форм мислення, що найбільш сприяє активному перетворенню суспільно-історичної системи наукового знання в процесі індивідуальної діяльності кожного учня в знання та переконання особистості (Д.Вількеєв).

Узагальнювати знання школярів про об'єкти живої природи ми пропонуємо на основі

структурно-логічної схеми пізнання та перетворення світу. Це обумовлено необхідністю дотримання вимоги адекватного відображення цілісних природних об'єктів в змісті навчального матеріалу і тим, що в реальному процесі пізнання абстрактні поняття та чуттєво-наочні елементи завжди функціонують лише в єдності і взаємопроникненні. Як відомо, наочні елементи в мисленні — це більш або менш генералізований зміст уявлень, узагальнені образні уявлення та особливі схеми, плани тощо, які ніби передують словесно ще не розвинутій системі думок. За допомогою таких наочних схем встановлюється особливо тісна взаємодія між чуттєвим пізнанням і абстрактним мисленням (С.Рубінштейн, О.Брушлінський та ін.)

Цілісні знання про певну конкретну форму організації життя є тією новою основою, на якій виконується наступна дія — узагальнення знань про певний рівень організації життя. Цілісному образу об'єкта, що формується на заключному етапі формування поняття, належить певна «робоча» функція. Отже, формування цілісної картини живої природи передбачається здійснювати на основі узагальнення та послідовної систематизації попередньо сформованих цілісних знань про окремі форми біологічної організації в знання про певний рівень організації та інтеграції останніх у цілісну картину живої природи.

Узагальнення та систематизацію знань школярів про окремі види знань і форми організації життя побудовано на ідеях системно-структурного аналізу та синтезу. Проте, якщо враховувати положення синергетики про неадитивність властивостей системи сумі властивостей її складових елементів, компонентів, то стає очевидним, що для формування цілісності знань школярів про окремі рівні організації життя зокрема та цілісної картини живої природи загалом доцільно узагальнювати знання учнів і про різноманітність проявів життя на певному його рівні.

Лише узагальнення по горизонталі недостатньо для формування цілісності знань школярів про живу природу. Необхідне ще узагальнення по вертикалі, що дозволяє сформувати нову якість відповідної цілісної системи знань. Систематизацію знань при цьому доцільно здійснювати на основі:

- світоглядних ідей (матеріальна єдність світу, форми руху матерії, системна організація природи, всезагальний зв'язок як атрибут матерії);
- основних ідей та законів розвитку природи (збереження, спрямованості самочинних процесів, періодичності, полярності, причинності);
- загальнобіологічних ідей (ідея системної організації живої природи, цілісності життя, принцип поліцентризму, еволюції та стабільності, регуляції в біосистемах, різноманітності живого на всіх рівнях організації життя);
- загальних методів вивчення живої природи.

Узагальнення знань учнів по вертикалі допомагає школярам зрозуміти цілісність живої природи, усвідомити, що на кожному рівні організації життя діють однакові загальні закони розвитку природи, виявляються одні і ті ж закономірності, і вивчаються вони за допомогою спільних методів наукового пізнання. Отже, вихідною методологічною основою узагальнення знань школярів про цілісність певних рівнів організації життя зокрема та життя загалом є положення про неадитивність властивостей системи у відношенні до властивостей її елементів та підсистем.

Спеціальна цілеспрямована діяльність із формування у школярів цілісності знань про живу природу передбачає:

1. Узагальнення та систематизацію знань учнів:

- по горизонталі (про види знань на основі структурно-логічних схем їх опису, форми організації життя на основі структури системного пізнання та перетворення світу, рівнів організації життя);
- по вертикалі (на основі світоглядних ідей, законів розвитку природи, загальнобіологічних ідей та загальних методів наукового пізнання).

2. Введення додаткової інформації про структуру системного пізнання та перетворення світу, формування вмінь використовувати цю структуру у процесі опису певних форм організації життя.

3. Надання школярам відомостей про види знань, структурно-логічні схеми їх опису та формування вмінь використовувати їх в процесі вивчення живої природи.

Організація спеціального цілеспрямованого узагальнення знань школярів про живу природу на основі запропонованого нами підходу дозволяє реалізувати проблему формування цілісності знань школярів про живу природу на четвертому рівні формування змісту освіти — рівні педагогічної діяльності.

Святослав ВОЗНЮК

(ЗМІСТ)

Віктор КУЛЬЧИЦЬКИЙ

Про формування поняття електромагнітного поля у курсі фізики середньої школи на основі фундаментальних фізичних понять

У попередній публікації [1] було розглянуто один із можливих підходів до вдосконалення методики вивчення електромагнітної індукції (ЕМІ) у курсі фізики середньої школи. Його застосування сприяє не лише формуванню понять ЕМІ та вихрового електричного поля (ЕП) відповідно до їх сучасного розуміння, а й створює передумови для якісного засвоєння учнями змісту поняття електромагнітне поле (ЕМП) та подальшого застосування цього поняття при аналізі конкретних фізичних ситуацій, зокрема під час розв'язування навчальних задач.

На нашу думку, у середній школі вивчення властивостей ЕМП та формування відповідного поняття доцільно будувати на основі *фундаментальних фізичних понять (ФФП)*, зокрема таких, як *відносність, симетрія і взаємодія* [2]. Це не лише дозволяє провести структурування навчального матеріалу розділу “Електродинаміка”, а й дає змогу продемонструвати учням пізнавальну продуктивність ідей відносності та симетрії, які пронизують всю сучасну фізику [3; 4]. Внаслідок виникають можливості глибшого і аргументованішого вивчення у подальшому теорії відносності та фізики мікросвіту.

Зупинимось на основних моментах підходу, який ми пропонуємо.

Приступаючи до з'ясування властивостей ЕМП, звертаємо увагу на те, що під час вивчення ЕМІ було встановлено *дві якісно різні причини* появи індукційного джерела струму у провідному контурі в цілому або на його окремих ділянках:

1. дія *магнітної сили* \vec{F}_m на вільні заряди, які *рухаються* разом із ланками контура щодо *стаціонарного магнітного поля* (МП): $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$,

де q – заряд носія струму ($q = -e$ у випадку металевого провідника);

\vec{v} – швидкість руху ланки контура щодо МП (джерела МП);

\vec{B} – індукція МП в області руху ланки контура.

2. дія *електричної сили* \vec{F}_e на вільні заряди ланок контура, які перебувають в *стані спокою* щодо *нестационарного МП*: $\vec{F}_e = q\vec{E}$,

де \vec{E} – напруженість вихрового ЕП, яке збуджується в області перебування ланки контура під час зміни \vec{B} .

Однак залишається незрозумілим, котре із пояснень відповідає дійсності у випадку зміни взаємної орієнтації контура та індукції магнітного поля \vec{B} .

З точки зору спостерігача, який перебуває у системі відліку (СВ), зв'язаній з МП (джерелом МП), відбувається рух ланок контура щодо стаціонарного МП. З точки зору спостерігача у СВ, яка зв'язана з ланкою контура, таке поле нестационарне внаслідок зміни напрямку \vec{B} щодо контура ($B = \text{const}$). Коли спостерігач у СВ, зв'язаній з джерелом МП вважає, що у контурі діють сторонні сили магнітної природи ($\vec{F}_{cm} = \vec{F}_m$), то спостерігач у СВ, зв'язаній з контуром, стверджує, що сторонні сили за своєю природою електричні внаслідок існування вихрового електричного поля ($\vec{F}_{cm} = \vec{F}_e$): $\Delta\vec{B}/\Delta t \Rightarrow \vec{E}$. Виникає думка, що зведення ЕМІ до причин (1) і (2), не є повним: не виключено, що існує СВ, спостерігач у якій зможе обчислити значення ЕРС індукції \mathcal{E}_i , лише врахувавши одночасно дію \vec{F}_m та \vec{F}_e . Тобто мова повинна йти не про магнітну або електричну природу сторонніх сил, а про їх *електромагнітну* природу. Отже, стосовно ЕМІ для сторонніх сил у довільній СВ: