

ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ МІЖПРЕДМЕТНОГО ВМІННЯ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Метою статті є висвітлення деяких питань методики формування міжпредметного вміння формалізації в учнів 11 класу при розв'язуванні ними екологічних задач.

Для реалізації поставленої мети необхідно: по-перше, визначитися із сутністю поняття «формалізація як метод пізнання», «формалізація як навчальне міжпредметне вміння», по-друге, з'ясувати, на якому змісті навчального матеріалу з біології доцільно формувати в учнів вміння застосовувати формалізацію як метод пізнання, по-третє, сформулювати методичні рекомендації по формуванню вищевказаного вміння в учнів 11 класу під час навчання їх розв'язуванню задач екологічного змісту.

Згідно діючих шкільних програм [3, 4], учні 11 класу повинні навчитися розв'язувати екологічні задачі різного змісту: 1) на складання ланцюгів живлення; 2) на застосування правила екологічної піраміди; 3) на визначення біологічної продуктивності екосистеми; 4) на складання схем колообігу речовин у екосистемах; 5) на моделювання екологічних процесів; 6) на встановлення ролі продуцентів, консументів, редуцентів у штучних та природних екосистемах.

Які вміння формуються в учнів при розв'язуванні екологічних задач вищевказаних типів?

На нашу думку, це, по-перше, **предметні** (*ті, що формуються і використовуються учнями в межах однієї навчальної дисципліни - біології*) – наприклад, вміння складати ланцюги живлення, вміння застосовувати знання про екологічні правила та закони на конкретних прикладах.

По-друге, **міжпредметні вміння** (ті, що формуються і використовуються учнями в межах різних навчальних дисциплін) – наприклад, користуватися математичними розрахунками та формулами, складати графіки, схеми, вводити умовні позначення біологічних об'єктів та процесів (приклад застосування методу формалізації в шкільному курсі біології), вміння моделювати екологічні процеси, вміння складати програму довготривалих та короточасних спостережень, вміння прогнозувати можливі результати дослідження, вміння визначати методологію дослідження.

У даній статті ми розглянемо проблему формування в учнів міжпредметного вміння формалізації при навчанні їх розв'язуванню екологічних задач.

Для прикладу розглянемо таку задачу [1].

Задача 1. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, яка площа (га) відповідного біогеоценозу може прогодувати одну особину в останній ланці ланцюга живлення:

Планктон – синій кит (жива маса 100 тонн);

Планктон – нехижі риби – щука – (10 кг);

Планктон – риби – тюлень – білий ведмідь (500 кг).

У вказаних дужках маси 60 % становить вода. Біопродуктивність 1 м² планктону становить 600 г.

Розглянемо методику розв'язання цієї задачі.

Перед розв'язуванням задачі зі школярами необхідно пригадати зміст поняття «продуктивність біологічна».

Продуктивність біологічна – біомаса, що виробляється популяцією або екосистемою на одиниці площі або за одиницю часу, і здатність біологічних систем підтримувати темп відтворення цієї біомаси [2].

По-перше, задачу можна розв'язувати *шляхом логічних міркувань*, Зокрема спочатку розраховується маса сухої речовини організму, що є останнім елементом ланцюга живлення (за умовою задачі вона становить 40% від загальної маси). Наступним кроком є обчислення маси планктону (першого елемента в ланцюгу живлення), ґрунтуючись на знаннях правила екологічної піраміди. Нарешті, складаючи пропорцію, дізнаються про площу відповідного біогеоценозу (не забуваючи при цьому грами переводити в кілограми, а квадратні метри в гектари).

По-друге, для розв'язування задачі можна скористатися *формулою*:

$$P = (k \times m \times 10^{n-1}) / S,$$

P – продуктивність біоценозу, k – частка сухої речовини компоненту біоценозу, m – маса компоненту біоценозу, n – кількість ланок в ланцюзі живлення, S – площа біогеоценозу.

В останньому випадку значно спрощується процедура розв'язання задачі та обчислення площі відповідного біогеоценозу. Водночас учні начебто оволодівають міжпредметним вмінням формалізації. Однак не все так просто. Якщо школярам запропонувати вказану вище формулу в готовому вигляді, то, як свідчить досвід навчання, вони будуть користуватися нею, не усвідомлюючи того, чому в саме такій залежності знаходяться змінні, як виведена формула і чому ту ж саму формулу можна використовувати для різних біогеоценозів.

Як уникнути такого формалізму знань одинадцятикласників?

Спочатку необхідно визначитися з тим, що складає сутність формалізації як методу пізнання.

Формалізація – метод вивчення різноманітних об'єктів шляхом відображення їхньої структури в знаковій формі за допомогою штучних мов [6].

Згідно іншого підходу, *формалізація* – уточнення змісту пізнання, що здійснюється через співставлення об'єктів вивчення з певними матеріальними конструкціями, що є відносно стабільними і тому дозволяють виявляти та фіксувати суттєві та закономірні риси об'єктів пізнання [5].

На якому змісті навчального матеріалу з біології доцільно формувати в учнів вміння застосовувати формалізацію як метод пізнання? Не претендуючи на повноту відповіді ми вважаємо, що основним є матеріал екологічного та генетичного змісту. А одним з найефективніших прийомів формування вміння формалізації є розв'язування задач.

У випадку запропонованої задачі такою стабільною конструкцією (див. визначення «формалізація») є математична формула, яка дозволяє фіксувати наступні суттєві і закономірні риси різних біогеоценозів:

- Кожний біогеоценоз займає певну площу (акваторію). У формулі ця змінна позначена як S ;
- Кожний біогеоценоз включає компоненти (продуценти, консументи, редуценти), які утворюють ланцюги живлення. У формулі кількість елементів ланцюга живлення позначена як n .
- Кожний компонент біогеоценозу має масу, і ця змінна у формулі позначена як m .

- Кожний компонент біогеоценозу складається з сухої речовини та води. Співвідношення їх різне в конкретних випадках, тому в формулі вводиться коефіцієнт частки сухої речовини елементу ланцюга живлення k .

Таким чином, основні кількісні характеристики біогеоценозу, які є змінними для різних умов, і знання яких необхідне для розв'язання задачі, можна позначити математичними символами.

З якою метою необхідно підвести учнів до розуміння залежності між змінними? Насамперед для того, щоб школярі усвідомили, що закономірність переходу 10% енергії по трофічним рівням є універсальною для всіх біоценозів, не зважаючи на їх кількісні характеристики. По-друге, учні запам'ятають, що біопродуктивність обчислюється масою сухої речовини. І нарешті, введення формули дозволить зрозуміти, що такі величини, як *біопродуктивність та площа біогеоценозу знаходяться в зворотньо пропорційній залежності*.

Як підвести одинадцятикласників до розуміння залежності між змінними у формулі? Відповідь однозначна – тільки через самостійне встановлення ними такої залежності (звичайно під керівництвом вчителя). На нашу думку, для цього необхідно виконати декілька кроків.

Крок перший. На цьому етапі необхідно *ввести умовні позначення*. Для цього вчитель пропонує школярам порівняти наведені у задачі ланцюги живлення і дати відповідь на питання:

- якими характеристиками їх можна описати;
- які з них є спільними, а які відмінними для наведених прикладів.

Школярі називають такі риси відмінності – різна кількість ланок та різна маса особини в останній ланці. Риси спільності – частка води у масі особини в

останній ланці, однакова перша ланка (планктон) та однакова його біопродуктивність.

Отже, підсумовує вчитель, названі характеристики можна позначити такими математичними символами (див. вище).

Крок другий. Вчитель звертається до учнів з пропозицією придумати формулу для обчислення маси сухої речовини організму, що є останнім елементом (ланкою) ланцюга живлення, використовуючи математичні символи. Учні без ускладнень зазначають, що для цього необхідно k (коефіцієнт частки сухої речовини) помножити на m (маса компонента біогеоценозу). Отже, отримуємо такий вираз – $(k \times m)$.

Крок третій. Вчитель пропонує одинадцятикласникам пригадати правило екологічної піраміди і визначити, у скільки разів у кожному з наведених прикладів маса сухої речовини першого елемента ланцюга живлення (маса планктону) буде більшою за масу сухої речовини останнього елемента ланцюга живлення. Так, школярі відповідають, що оскільки перехід енергії з одного трофічного рівня на інший становить 10%, то в першому випадку маса планктону буде більшою в 10 разів, в другому випадку – в 100 разів, в третьому – у 1000 разів.

Крок четвертий. На цьому етапі вчитель запитує в учнів «Знаючи кількість переходів енергії у ланцюгу живлення, а також той факт, що з кожним переходом кількість енергії від продуцентів до консументів зменшується в 10 разів, як можна математично виразити у скільки разів кількість енергії продуцентів буде більшою, якщо обчислення вести від будь-якого елемента ланцюгу живлення (у нашому випадку – від останнього елемента).

Це завдання може виявитися складним для учнів, тому вчитель може його спростити постановкою ряду більш конкретних питань. Так, вчитель запитує:

1. Скільки переходів енергії у першому прикладі? Відповідь - 1 перехід. 2. У скільки разів кількість енергії продуцентів буде більшою? Відповідь – у 10 разів (10^1). 3. Скільки переходів енергії у другому та третьому прикладі? Відповідь – 2 переходи та 3 переходи. 4. У скільки разів кількість енергії продуцентів буде більшою? Відповідь – у 100 разів (10^2) та у 1000 (10^3).

Крок п'ятий. Керуючи розв'язанням задачі далі, вчитель ставить таке питання «Як пов'язані між собою кількість елементів в ланцюгу живлення та кількість переходів енергії в ланцюгу живлення?». Попередні кроки (четвертий та третій) дають учням можливість швидко відповісти на поставлене питання - *кількість переходів енергії в ланцюгу живлення на один менше, ніж загальна кількість елементів.*

Крок шостий. На цьому етапі вчитель дає завдання школярам запропонувати *математичний вираз зміни кількості енергії для конкретного елемента ланцюга живлення, використовуючи введені на першому етапі математичні символи.* Учні повинні прийти до такого виразу - (10^{n-1}).

Крок сьомий. Нарешті можна *ввести вираз для обчислення маси першого елемента ланцюга живлення.* Для цього вираз, отриманий на другому кроці помножимо на вираз, отриманий на шостому кроці. Отримуємо: $k \times m \times 10^{n-1}$.

Крок восьмий. Школярі розв'язують останнє завдання «Знаючи біопродуктивність планктону на 1 м^2 (P), а також знаючи певну масу планктону (маса першого елемента ланцюга живлення, $k \times m \times 10^{n-1}$), запропонуйте формулу для обчислення його площі (S), використовуючи математичні символи та отримані математичні вирази». У разі виникнення ускладнень в учнів вчитель нагадує, що можна використати метод пропорції, яка буде мати такий вигляд:

$$1 \text{ м}^2 - P,$$

$$x(S) = (k \times m \times 10^{n-1});$$

звідси

$$S = (k \times m \times 10^{n-1}) / P;$$

$$P = (k \times m \times 10^{n-1}) / S.$$

Крок дев'ятий. Наприкінці розв'язування задачі вчитель підкреслює, що такі величини, як біопродуктивність та площа біогеоценозу знаходяться у зворотно пропорційній залежності.

Таку залежність можна продемонструвати на наступній задачі:

Задача 2. Біомаса сухого сіна з 1 м² луки становить 200 г, а вико – вівсяного поля – 500 г. На основі правила екологічної піраміди визначити, скільки гектарів луки необхідно, щоб прогодувати протягом року одного учня масою 54 кг (63% становить вода) при ланцюгу живлення: трава – корова – людина. А скільки потрібно гектарів вико - вівсяного поля [1]?

Знаючи про зворотно пропорційну залежність між двома змінними, учні одразу, навіть без розрахунків зможуть легко визначити, по-перше, що площа луки знадобиться більша, оскільки її біопродуктивність менша, ніж вико-вівсяного поля. По-друге, площа луки буде в 2,5 рази більша, ніж площа поля, оскільки саме в стільки разів біопродуктивність луки менша за біопродуктивність поля.

Підбиваючи підсумки статті, необхідно наголосити на тому, що нами був розглянутий один з багатьох можливих прикладів формування вміння формалізації в учнів старшої школи під час навчання біології. Наукове поле для вивчення цієї проблеми відкрите для дослідження. На нашу думку, особливо плідними можуть бути роботи по формуванню в учнів зазначеного уміння при розв'язуванні генетичних задач, наприклад, з генетики популяцій. В цьому

випадку формалізація тісно пов'язана з іншим міжпредметним вмінням – ідеалізацією, але цю проблему залишимо для подальших наукових розробок в галузі методики навчання біології.

Список використаних джерел

1. Овчинников С.А. Сборник задач и упражнений по общей биологии. – Донецк: Третье тысячелетие, 2002. – 128 с.
2. Популярный биологический словарь / Н.Ф. Реймерс. – М.: Наука, 1990. – 544с.
3. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів із поглибленим вивченням біології. Біологія: 8 – 11 класи // Біологія. Хімія. – 2001. - № 56 (164).
4. Програма для середньої загальноосвітньої школи: Біологія: 6 – 11 . – К.: Шкільний світ, 2001.
5. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. – 5-е изд. – М.: Политиздат, 1987. – 590 с.
6. Шейко В.М., Кушнарченко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання-Прес, 2002. – 295 с.

Кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри зоології
Криворізького державного
Педагогічного університету

Комарова Олена Володимирівна