

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ НАПН УКРАЇНИ**

**Тетяна Коршевнюк,
Олександр Козленко,
Ліна Рибалко**

**Методичні рекомендації з вивчення курсів
за вибором з біології.**

10-11 класи

Київ – 2022

УДК 373.5.016:57 (072)

*Рекомендовано до випуску та розповсюдження вченою радою Інституту педагогіки НАПН України
(протокол № 15 від 28 грудня 2021 року)*

Рецензенти:

Міронєць Л.П., кандидат педагогічних наук, доцент, декан природничо-географічного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка;

Терещенко О.В., вчитель хімії і біології, вчитель-методист Вишнівського академічного ліцею «Основа».

***Експерт науково-експертної ради
Інституту педагогіки НАПН України:***

Трубачева С.Е., кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, завідувачка відділу інновацій та стратегій розвитку освіти Інституту педагогіки НАПН України.

Коршевніюк Т., Козленко О., Рибалко Л. Методичні рекомендації з вивчення курсів за вибором з біології. 10-11 класи : методичні рекомендації. [Електронне видання]. – Київ : Педагогічна думка, 2022. – 108 с.

ISBN 978-966-644-636-0

Методичні рекомендації стосуються чотирьох курсів за вибором з біології для профільної школи, розроблених за програмами, схваленими для використання у загальноосвітніх навчальних закладах комісією з біології Науково-методичної ради з питань освіти МОН України.

Для вчителів, які навчатимуть учнів запропонованих курсів за вибором, визначено методичні орієнтири та дидактичний інструментарій щодо формування компетентностей учнів, підтримання їх мотивації, розвиток навичок самоосвіти, створення умов для реалізації індивідуального маршруту учнів профільної школи.

© Інститут педагогіки НАПН України, 2022
© Коршевніюк Т., Козленко О., Рибалко Л., 2022
© Педагогічна думка, 2022

Зміст

Методичні рекомендації з вивчення курсу за вибором «Біологічні системи. 10-11 класи» (Коршевнюк Т.).....	4
Методичні рекомендації з вивчення курсу за вибором «Вибрані питання шкільного курсу біології» (Коршевнюк Т.).....	16
Методичні рекомендації з вивчення курсу за вибором «Моделювання в біології. 10-11 класи» (Козленко О.).....	34
Методичні рекомендації з вивчення курсу за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток. 10 клас» (Рибалко Л.)	101

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «БІОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ. 10-11 класи

Т. Коршевнюк

Особлива місія курсу за вибором «Біологічні системи» – розкриття загальнокультурного аспекту біологічної науки та освіти. Зміст курсу структуровано у чотири теми: «Структура і функціонування біологічних систем», «Дослідження біосистем», «Біологічні системи і науково-технічний прогрес», «Охорона і збереження біологічних систем». Навчальний матеріал про структурно-функціональну організацію біологічних систем, методи їх вивчення, галузі застосування охоплює три аспекти вивчення цих об'єктів: теоретичний, практичний, прогностичний. Теоретичний аспект стосується базових параметрів біосистем (структури, функцій, розвитку, взаємозв'язків із середовищем), властивостей (саморегуляції, самоорганізації), різноманітності природних біологічних систем. Способи і напрями використання цих теоретичних знань у практичній діяльності людини сьогодні і в найближчій перспективі становлять практичний аспект змісту курсу. Його зумовлює навчальна інформація про створення функціональних нейрональних тканин, інноваційних продуктів біотехнології та біомашсистем, які забезпечують культивування стовбурових клітин, використання різних біосистем (організмів, популяцій) для оцінки якості навколишнього середовища, розроблення закритих біосистем з керованим мікрокліматом для розв'язання актуальної проблеми в Україні і світі – забезпечення населення якісними продуктами харчування в достатній кількості. Прогностичний аспект забезпечує матеріал про передбачення можливих наслідків втручання людини у біологічні системи, їх трансформації та використання (наприклад, прогнозування наслідків деструктивних впливів людини на біосферу та її екосистеми з тим, щоб запобігти їм).

Курс за вибором «Біологічні системи» для учнів 10-11 класів може вивчатись і тими учнями, які опановують навчальний предмет «Біологія і екологія» на рівні стандарту, і тими, хто вивчає його на профільному рівні. Курс розрахований на 34 години (по 17 годин у кожному класі), може бути спеціальним курсом (передбачено включення до розкладу і вивчення всіма учнями) або факультативним (включено до розкладу факультативних курсів, вивчається учнями, які його обрали) .

Теоретичну базу курсу «Біологічні системи» становлять навчальні предмети «Біологія» (6-9 класи) і «Біологія і екологія» (10-11 класи), а також знання хімії і фізики, що мають міжпредметний характер.

Пропонований курс знайомить старшокласників із системною біологією – сучасним і перспективним науковим напрямом, завдання якого полягає у вивченні закономірностей функціонування біологічних систем різних ієрархічних рівнів та інтеграції отриманих даних. У фокусі системної біології перебувають біологічні процеси та явища як єдине ціле із взаємопов'язаних компонентів. Результати цих досліджень допомагають у розробленні нових методів діагностики і лікування хвороб (раку, нейродегенеративних і серцево-судинних захворювань), розшифруванні механізмів вірусних інфекцій), створенні штучних органів і лікарських препаратів, трансплантації органів і тканин людини тощо. Крім біомедичного напрямку системна біологія формує теоретичну основу використання відомих і конструювання нових біосистем для розв'язання інших актуальних проблем, зокрема: застосування сучасних інформаційних технологій і ефективних методів аналізу даних біологічних досліджень, збірка геномів із розшифрованих фрагментів послідовностей РНК, передбачення структури та функції білків, створення генетично модифікованих організмів, молекулярного конструювання сполук із заданими властивостями і багато інших.

Зміст курсу структуровано у чотири теми: «Структура і функціонування біологічних систем», «Дослідження біосистем», «Біологічні

системи і науково-технічний прогрес», «Охорона і збереження біологічних систем».

На початку вивчення кожної теми курсу необхідно проводити вступні заняття з метою з'ясувати рівень обізнаності учнів щодо структурно-функціональної організації біологічних систем, методів їх вивчення, галузей використання і заходів збереження.

В навчанні курсу за вибором ефективним є використання елементів модульної технології навчання, наділеної значним потенціалом для розвитку в учнів навичок самоосвіти і самоконтролю, розвитку їх мислення, пам'яті, навичок цілепокладання і самоаналізу процесу і результатів своєї діяльності. Успішному навчальному поступу також сприятимуть мотивація учіння на основі послідовного цілепокладання, домінування самостійної навчально-пізнавальної діяльності учня рефлексія учня і вчителя.

Ефективність модульного навчання досягається також наданням учням можливості використовувати різні джерела наукової інформації (підручники, навчальні посібники, довідники, енциклопедії, інтернет-ресурси), а також отримувати необхідні консультації вчителя, який виконує роль фасилітатора.

Розглядаючи модуль як завершену частину навчального матеріалу, слід виділяти ньому такі компоненти:

- навчальна мета;
- інформаційний блок (банк інформації) – теоретичний матеріал, структурований на навчальні елементи, взятий із посібника, дидактичної картки, структурно-логічної схеми, комп'ютерної програми тощо;
- методичний блок – методичне керівництво по досягненню цілей (алгоритми навчання);
- виконавчий блок (орієнтований на формування умінь) – пакети різнотипних завдань і вправ, прикладів розв'язування окремих завдань, описів практичних робіт;

- контролюючий блок – банк контрольних завдань, що відповідає цілям даного модуля, містить діагностичні і заключні (підсумкові) тести, а також вказівки до здійснення контролю.

На цих заняттях учням можна пропонувати заповнення чи складання таблиць, написання есе, складання діаграм, графіків тощо.

Методика вивчення курсу за вибором ґрунтується на поєднанні індивідуальної та групової форм організації навчальної діяльності з провідною роллю самостійної роботи учнів. Завдання для самостійної роботи можуть бути різноманітними за широтою охоплення змісту теми, способами візуалізації одержаних результатів, тривалістю виконання.

Розподіл годин у навчальній програмі курсу є орієнтовним. Враховуючи пізнавальні інтереси учнів і рівень їхньої навченості з біології, вчитель може довільно змінювати кількість годин на вивчення конкретної теми.

Знання і пізнавальний досвід, отримані учнями під час вивчення однієї теми, використовуються при вивченні наступної. Водночас послідовність вивчення тем, запропоновану в програмі, можна змінювати, адже кожна з них є самостійною і завершеною одиницею змісту курсу.

Виконання практичних робіт – невід’ємний вид діяльності учнів, які оберуть цей курс. За час вивчення курсу учні виконують щонайменше 8 робіт, результати яких доцільно представити й обговорити на підсумкових конференціях. Кожний учень/учениця з будь-якої теми курсу проводить дослідження. Його виконання передбачає вибір теми, проведення інформаційного пошуку за допомогою різних джерел інформації і представлення результатів роботи у вигляді повідомлення для всієї групи тих, хто вивчає курс.

Особливістю вивчення курсу є можливість використовувати освітні продукти, отримані у результаті виконання практичної частини однієї теми, під час вивчення інших тем. Зокрема, у першій темі «Структура і функціонування біологічних систем» пропонується практична робота

«Моделювання структурно-функціональної організації біосистем». Створені знакові чи предметні моделі стануть в нагоді в опануванні таких програмових питань, як методи та етапи дослідження біосистем різних рівнів життя, переваги й обмеження окремих з них (тема 2), технології, перспективи і моральні аспекти використання біосистем (тема 3), ресурсний потенціал біосистем і реконструкція екосистем (тема 4).

Приклади взаємозв'язків практичних робіт з темами курсу за вибором подано на схемі 1.1 (з урахуванням можливості зміни послідовності вивчення тем).

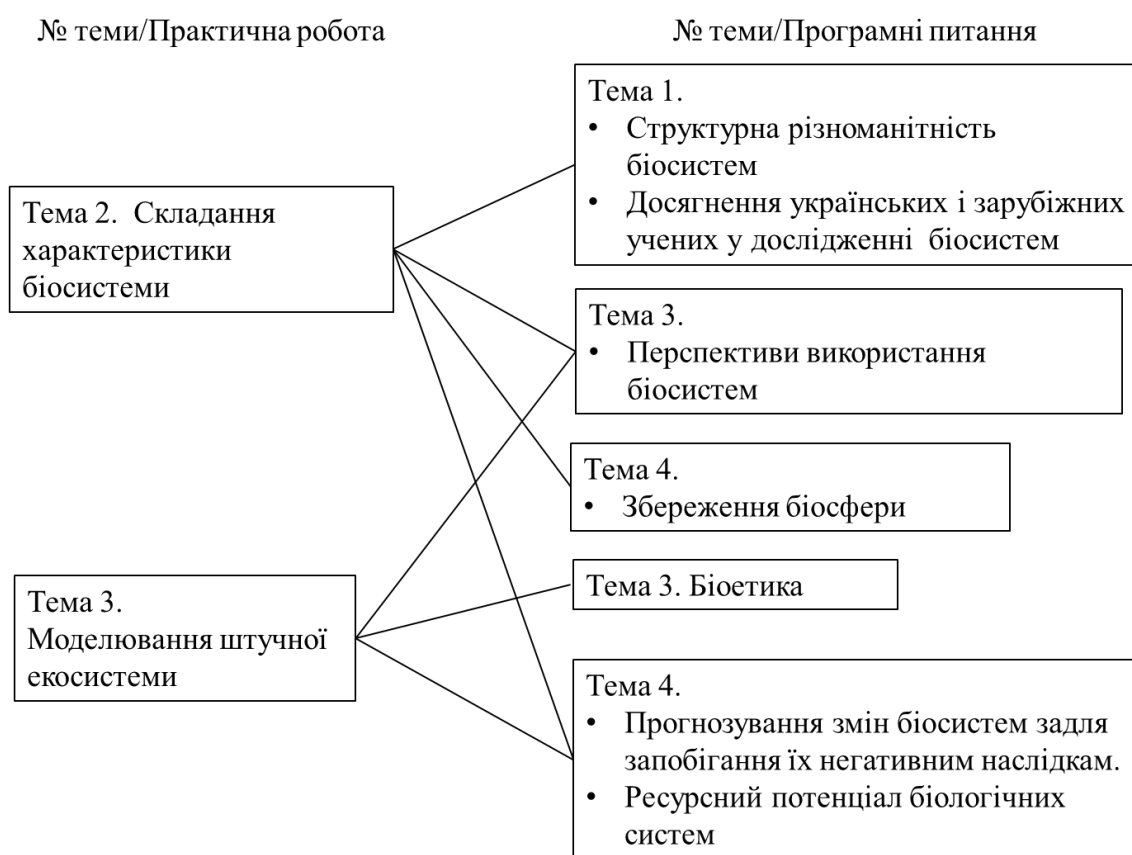


Схема 1.1. Приклад взаємозв'язків практичних робіт і навчальних тем курсу за вибором «Біологічні системи»

На початку вивчення теми «**Структура і функціонування біологічних систем**» варто нагадати учням, що, хоча й опосередковано, біосистеми вже розглядалися упродовж вивчення біології. Так, вивчення рослин, тварин і людини за функціональним принципом сприяло розумінню взаємозв'язків

будови і функцій організму як цілісної живої системи. Пристосування організмів до певних умов довкілля та їх роль у природі забезпечили початки формування понять про біосферу. Особливу увагу варто приділити передбаченому програмою ціннісному аспекту вивчення біосистем. Зокрема цінностям загальнолюдським (природа, життя), морально-етичним (повага до всіх форм життя, збереження життя, бережливе ставлення до природи), екологічним (гармонійність відносин природи і суспільства), професійним (культура праці, готовність до самоосвіти).

Навчальний матеріал про структуру й функціонування біологічних систем узагальнює знання учнів про рівні організації життя (клітинний, організмий, популяційно-видовий, екосистемний, біосферний) і формує взаємозв'язок з іншими загальнобіологічними поняттями (еволюційними, цитологічними та іншими), Курс слід розглядати з позицій практичного застосування, можливого подальшого напряму навчання або професії. Така особливість змісту курсу визначає його місце у забезпеченні освіченості випускників щодо біологічних систем.

У кожній темі важливо звертати увагу учнів на таку характеристику біосистем, як цілісність, що характеризується новими якостями і властивостями, які не притаманні окремим частинам, але виникають в результаті їх взаємодії в певній системі зв'язків.

Основою вивчення курсу за вибором є системний і цілісний підходи. Системний підхід відображує загальний зв'язок і взаємообумовленість явищ і процесів у природі. Переваги системного підходу в тому, що визначення компонентів і зв'язків між ними дозволяє вивити не лише структуру тієї чи іншої біосистеми, але й властиві їй зміни, взаємодію, поведінку і розвиток в цілому. Характерні особливості системного підходу – вивчення об'єкту як системи, виявлення способів взаємодії її компонентів, визначення механізмів, що визначають функціонування системи, вивчення окремих компонентів відповідно до зміни всієї системи.

Цілісний підхід орієнтує на виділення в біологічній системі стійких інваріантних компонентів і мінливих другорядних частин.

У темі «Дослідження біосистем» важливо підвести учнів до розуміння обумовленості досліджень біосистем потребами суспільно-історичної практики. Цьому сприятиме невеликий ретроспективний огляд зачаткування і розвитку методів досліджень біологічних об'єктів з опертям на сучасні; пояснення, як розвиток методів пізнання біосистем зумовлював динаміку поглядів учених на ці об'єкти. Так, з XVII століття в біологію активно впроваджуються методи багатьох наук – математики, механіки, фізики хімії, що дозволило детальніше вивчати мікроскопічну будову організмів. Важливо підкреслити, що вже всередині XVIII століття М. Шлейден в своїх фундаментальних дослідженнях переконливо довів існування двох головних рівнів організації життя – клітинного та багатоклітинного. А уявлення Ч. Дарвіна про види як результат історичного розвитку органічного світу, його погляди на рушійні сили еволюції, адаптації організмів до умов навколишнього середовища значно розширили сферу досліджень системної організації живої природи.

Увагу учнів слід привернути до спадщини вітчизняного вченого В.І. Вернадського, завдяки працям якого біосферу почали розглядати як об'єкт, що включає певну ієрархію живих і неживих об'єктів і визначає направленість еволюції органічного світу.

Складність біологічних систем як об'єктів дослідження зумовлює використання комп'ютерних технологій. Учням буде цікаво дізнатись, що їх використання настільки вагоме, що виникла і розвиваються окрема наукова галузь – біоінформатика.

У сучасній науковій літературі існують різні класифікації рівнів організації життя і різноманіття біосистем, що їм відповідають. Критеріями для включення до змісту курсу біосистем виступають найбільш специфічні дискретні структури і фундаментальні біологічні ознаки. Тому основні біосистеми, що вивчаються в курсі за вибором, – це клітина, організм,

популяція, екосистема, біосфера. Їм властиві всі ознаки живого, насамперед цілісність, ієрархічність, структурність, складність, органічна взаємодія між собою й навколишнім середовищем. Першість клітини в цьому переліку пов'язана тим, що вона є найменшою біосистемою, яка має властивості живого і здатна до самостійного існування.

Основні мисленнєві операції (аналіз, синтез, порівняння, класифікація) вже достатньо сформовані в учнів 10-11 класів, що дозволяє на основі системно-структурного підходу успішно формувати складні поняття про біосистеми високого ступеня узагальнення. Також у старшокласників, які обрали цей курс, достатньо розвинена мотиваційна сфера, що сприяє розвитку ціннісного ставлення до живих систем.

Методичні умови вивчення курсу: 1) застосування інтегративного підходу до вивчення біосистем, використання ІКТ; 2) виконання індивідуальних і групових завдань.

Незамінним у вивченні курсу є моделювання, для якого характерне мисленнєве або практичне створення учнями моделі біологічного об'єкта – клітини, організму, популяції, екосистеми. Використання методу моделювання спонукає учнів до пошуку, часто потребує практичних дій, тож розвиває конструктивні уміння.

Активному залученню учнів до опанування нового матеріалу сприяє конструювання навчальних занять з елементами методики навчання у закладах вищої освіти відповідно до технологічної карти (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

**Технологічна карта для конструювання занять
з елементами методики навчання у ЗВО**

Етапи навчання	Основні завдання	Організаційна форма і технологічні прийоми
Вступне заняття	Актуалізувати особистий досвід і знання учнів для введення в тему. Допомогти у самовизначення	Вступний семінар, вступна лекція, заняття з цілепокладання, лекція-бесіда, лекція-

	та особистісному цілепокладанні учнів щодо теми. Розробити індивідуальні освітні програми і побудувати загальний план вивчення теми	прес-конференція, лекція-діалог, інструктивна лекція, анкетування, тестування
Основна частина	Досягти головних цілей вивчення теми Виконати основний зміст освітніх програм учнів. Опанувати зміст теми, що відповідає навчальній програмі курсу за вибором	Проблемний семінар, семінар-дослідження, концептуальна лекція, методологічна лекція, узагальнювальна лекція, семінар з груповою роботою, проблемна лекція
Тренінг	Надати створеним учнями освітнім продуктам цілісності й завершеності. Закріпити результати основної частини, опанувати необхідні способи діяльності	Семінар диференційований, груповий семінар, семінар-«мозковий штурм», семінар-«ділова гра», лекція-консультація, біологічний практикум, практична робота
Контроль	Перевірити й оцінити рівень досягнення поставлених цілей. Виявити зміни в особистісних якостях учнів, освоєних способах діяльності, створеній освітній продукції	Залікове заняття, рецензування, анкетування, тестування, складання структурно-логічних схем і переліку основних проблем, формування портфоліо
Рефлексія	Пригадати й усвідомити основні етапи навчальної діяльності, індивідуальні й колективні результати діяльності, проблеми й шляхи їх розв'язання. Співвіднести поставлені цілі отриманими результатами	Семінар-«круглий стіл», рефлексивний семінар, семінар-виставка, лекція з наперед запланованими помилками

Активному залученню учнів до засвоєння змісту курсу сприяють навчальні дискусії з подальшим колективним обговоренням співставленням різних ідей, точок зору, пропозицій.

Заняття-дискусія потребує попередньої підготовки. Ефективність дискусії як методу навчання пропонованого курсу визначається рядом чинників. По-перше, актуальністю обраної проблеми. Вибрана проблема повинна мати різні варіанти розв'язання, щодо яких немає однозначних відповідей. Бажано, щоб проблема потребувала для розв'язання організації спільної діяльності. По-друге, інформованість, компетентність і наукова коректність учасників дискусії (дискусантів). По-третє, володіння вчителя методикою підготовки і проведення дискусії. В умовах дистанційного і змішаного навчання дискусія в он-лайн форматі виступає ефективним методом навчання учнів старшої профільної школи. Головною умовою підвищення ефективності дискусії є співставлення різних точок зору її учасників.

У курсі за вибором «Біологічні системи» широкі можливості проведення дискусій з різних проблем біологічної науки і практики. Орієнтовний перелік тем можливих навчальних дискусій наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

**Теми можливих навчальних дискусій у курсі за вибором
«Біологічні системи»**

Навчальні теми	Теми можливих навчальних дискусій
Структура і функціонування біологічних систем	Вплив навколишнього середовища на існування біологічних систем різних рівнів
Дослідження біосистем	Як різні методи досліджень впливають на достовірність і точність біологічних досліджень
Біологічні системи і науково-технічний прогрес	Чи можна науково-технічний прогрес вважати головним чинником удосконалення досліджень

	біосистем
Охорона і збереження біологічних систем	Як я особисто можу вплинути на ресурсний потенціал біологічних систем

У вивченні пропонованого курсу **використання ІКТ** виконує кілька функцій: здійснення пошуку інформації про біосистеми (структурно-функціональну організацію, дослідження, застосування і збереження) в мережі Інтернет для накопичення фактичного матеріалу про них, конструювання виступів і виконання проєктів; унаочнення навчального матеріалу про біологічні системи різних рівнів організації життя; створення презентацій з підтримкою у форматі тез, цитат, зображення і звуку щодо біосистем для створення ситуацій біологічної творчості; виконання різноманітних завдань по створенню динамічних моделей живих систем, що відтворюють закономірності їх функціонування. Особливої ваги набуває опрацювання учнями інформації щодо біологічних систем, заохочення старшокласників використовувати інформаційні системи, цифрові пристрої й програмні засоби для виконання навчальних завдань курсу, а також можливості сучасних навчальних онлайн-ових і офлайн-ових середовищ для побудови власної траєкторії розвитку. На це слід зважати й усіляко сприяти використанню ІКТ в освітньому процесі з вивчення курсу «Біологічні системи».

Виконання спеціально підібраних навчальних завдань

Ефективність формування уявлень старшокласників про системну організацію живої природи значною мірою визначається використанням комплексу розвивальних завдань. Вони передбачають здійснення учнем практичних чи інтелектуальних дій для отримання очікуваних результатів навчання. Рекомендовано надавати перевагу завданням на формування логічних і творчих умінь, меншою мірою використовувати завдання на відтворення навчального матеріалу. Нижче наведено приклади формулювання завдань зазначених типів.

Завдання на порівняння.

- У чому полягає подібність структури і функціонування біосистем різних рівнів організації?

- Порівняйте механізми управління в біосистемах клітинного й організмового рівнів. Про що свідчать результати порівняння?

Завдання на здійснення аналізу та оцінювання.

- Проаналізуйте та оцініть: а) вигоду і ризики створення та використання матеріалів і виробів на основі біосистем (біопротезів, 3D-органів, когнітивної робототехніки, цифрових рослин та ін); б) матеріали і принципи біодруку тканин і органів; в) переваги і недоліки біонічної людини.

Завдання на доведення.

- Доведіть, що біосистеми – біологічні об'єкти різного рівня складності.
- Доведіть наявність нових властивостей біосистеми, що відсутні в її компонентах.

- Доведіть цілісність, дискретність і стійкість біосистем у просторі й часі.

Завдання на встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

- Яке значення мають дослідження біосистем для науки, підприємництва, бізнесу?

- Поясніть вплив середовища на біосистему.

Таким чином, зміст і розглянуті методичні засади вивчення курсу «Біологічні системи» створюють старшокласникам, умотивованим на його вивчення, сприятливі умови для розвитку ключових компетентностей і формування високого рівня предметної компетентності в біології.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «ВИБРАНІ ПИТАННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ БІОЛОГІЇ»

Т. Коршевніук

Курс за вибором «Вибрані питання шкільного курсу біології» ґрунтується на змісті повної загальної біологічної освіти, що дає змогу ефективно використовувати суб'єктний досвід учнів, попередньо засвоєний навчальний матеріал, розвивати знання про молекулярний і клітинний рівні живого й удосконалювати вміння розв'язувати задачі з біології.

Пропонований курс за вибором складається з трьох тем: «Хімічний склад живих систем», «Будова і життєдіяльність клітини», «Розв'язування задач з біології». Основу змісту курсу становлять знання про елементно-молекулярний склад і клітинний рівень організації живого, що їх включено до програм з біології для основної і старшої школи і ЗНО з біології¹. У змісті курсу знання про молекулярний і клітинний рівні організації життя, набуті учнями в основній і старшій школі, подано на вищому рівні узагальнення з урахуванням інтегративних зв'язків із знаннями про інші рівні організації біологічних систем.

У процесі реалізації цього курсу необхідно добирати **навчальний матеріал** відповідно до рівня підготовки учнів з біології, заохочувати їх, розвивати їхню активність і самостійність, розширювати можливості самонавчання, прищеплювати навички командної роботи та оцінювальної діяльності.

Під час вивчення курсу за вибором варто враховувати складний характер біохімічних процесів і міжпредметних понять з біохімії, що домінують у змісті, а також те, що ці поняття є засобом розвитку

¹ Біологія: Природознавство: Основи здоров'я: оновлені на компетентнісній основі навчальні програми для 5 – 9 кл. / О. М. Топузов, С. С. Фіцайло, Т. В. Коршевніук та ін. Київ, 2017. 128 с.

Біологія і екологія. 10 – 11 кл. : навч. програми для закл. заг. серед. освіти : рівень стандарту, профіл. рівень. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

Програма зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання з біології, здобутих на основі повної загальної середньої освіти : наказ МОН від 20.12.2018 № 1426. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/01/PROGRAMA_2020_BIO-2-26.pdf

загальнобіологічного поняття «обмін речовин та енергії», основою його конкретизації. Міжпредметний характер і дидактичне значення понять з біохімії зумовлюють вибір системного та інтегративного підходів до організації вивчення курсу за вибором «Вибрані питання шкільного курсу біології» учнями 11 класу.

Різноманітний суб'єктний досвід учнів дає змогу використовувати різні способи введення понять у процесі вивчення курсу. Якщо здобувачам середньої освіти вже відомі з основного курсу суттєві властивості виучуваного поняття, то воно позиціонується як відоме (наприклад, «Пригадайте, що називається мітозом»). Якщо знання цих властивостей ще недостатньо сформовані, то нове поняття можна вводити на основі етимології, наприклад біосинтез (від грец. βίος / *bios* – життя + σύνθεσις / *synthesis* – з'єднання), мітохондрія (від грец. μίτος / *mitos* – нитка і κουδριον / *khondrion* – гранула); вдаватись до самостійної роботи з різними джерелами інформації (наукова література, словники і довідники з біології, інтернет-ресурси тощо); надавати перевагу використанню засобів візуалізації знань (структурно-логічні схеми, інтелект-карти тощо).

Вивчення теми 1 **«Хімічний склад живих систем»** орієнтоване на поглиблення та узагальнення знань учнів про елементно-молекулярний склад живих систем, особливості будови і біологічне значення біополімерів, зокрема їхньої ролі в утворенні клітинних структур, розмаїтті функцій у клітинах і організмах рослин, тварин, людини, бактерій.

Тема 2 **«Будова і життєдіяльність клітини»** охоплює широке коло питань, що орієнтовані на узагальнення знань про будову, функції, обмін речовин, енергії, інформації, життєвий цикл клітини, різноманітність клітин. Якщо у темі 1 увагу було приділено фізико-хімічним особливостям і функціям макромолекул, то в темі 2 розглядаються процеси, що відбуваються в клітині за участі макромолекул. Вивчення клітини дає змогу розглянути на високому рівні узагальнення прояви фундаментальних властивостей живої

матерії на клітинному рівні – біосинтез молекул, збереження й перетворення інформації, самовідтворення.

Матеріал теми 2 допомагає систематизувати знання учнів про клітину як структурну, функціональну й генетичну одиницю життя, повторити застосування фізичних і хімічних методів у біологічних дослідженнях. Під час вивчення теми 2 необхідно продемонструвати учням, які наслідки для організму мають порушення обмінних та інших процесів на молекулярному і клітинному рівнях.

Усвідомленому опануванню змісту теми сприяє використання знань учнів про клітинну будову прокаріотів, рослин, тварин, грибів і людини (здобуті в 6 – 9 класах), будову молекул, окисно-відновні реакції, будову і властивості біологічно важливих сполук (з курсу хімії), закони термодинаміки, природу електрики, світла, фотоефекти (з курсу фізики).

Питання обміну речовин і перетворення енергії є одним зі складних у шкільному курсі біології. Через те у пропонованому курсі «Вибрані питання шкільного курсу біології» розкриваються закономірності не лише біологічних, а й хімічних і фізичних процесів. Ускладнення зумовлює той факт, що вивчення молекулярних основ метаболізму не збігається з вивченням органічних сполук у курсі хімії. Вивчення цих питань у пропонованому курсі за вибором дає змогу докладніше розглянути механізми пластичного та енергетичного обміну, роль АТФ як сполучної ланки між ними, процеси окиснення органічних сполук у клітині, переваги біологічного окиснення порівняно з хімічним, розвивати вміння висловлювати припущення й робити висновки, працювати з інформацією в різних форматах.

Вивчення метаболізму фокусується на узагальненні основ біохімії як необхідного ґрунту для формування наукового світогляду, пояснення відомих з курсу біології й життєвого досвіду явищ і фактів, розв'язування ситуаційних задач; формування в учнів умінь застосовувати уявлення про

обмін речовин у життєвих ситуаціях; розвиток пізнавальних інтересів і здібностей учнів до дослідження природи і власного організму.

Механізм повторення й систематизації знань полягає в змістовому узагальненні – виділенні й об'єднанні суттєвих ознак виучуваних понять, системному аналізі їхніх зв'язків. У навчанні змістове узагальнення здійснюється в нерозривній єдності з іншими логічними прийомами: порівнянням, аналізом і синтезом, аналогією тощо. Обов'язковим компонентом вивчення курсу є систематизація, що передбачає встановлення взаємозв'язків між елементами знань, їхню класифікацію, виявлення ієрархії понять у системі. Сформована у такий спосіб система понять курсу виконує продуктивні пізнавальні та методологічні функції (пояснювальну, прогностичну, світоглядну).

Оптимальну стратегію вивчення біохімічних процесів, що уможливорює узагальнення й систематизацію навчального матеріалу курсу за вибором, ілюструє схема 2.1.



Схема 2.1. Загальна стратегія вивчення біохімічних процесів

Такий підхід не лише уможливило повторення та узагальнення матеріалу про молекулярний і клітинний рівні організації життя, а й актуалізує пізнавальний досвід учнів про організмий рівень.

Опрацювання навчального матеріалу про обмін речовин та енергії доцільно розпочати з актуалізації знань про цей процес, ставлячи, наприклад, такі запитання: *Що відбувається з поживними речовинами в організмі людини; в клітині? Чому та які речовини накопичуються в певній кількості? Як вони витрачаються?* Обговорюючи хімічні компоненти клітини, радимо дотримуватися послідовності «склад – будова – властивості – біологічні функції». Вивчення обміну речовин та енергії логічно почати з розгляду реакцій катаболізму, а потім перейти до реакцій анаболізму. З цією метою можна використовувати опорні схеми.

На етапі актуалізації наявних знань про метаболічні процеси необхідно нагадати учням узагальнені функції живого: 1) видобування із зовнішнього середовища хімічних сполук і перетворення у прийнятні для організму форми; 2) хімічне перетворення сполук, що опинилися у внутрішньому середовищі (розщеплення, синтез, трансформація) і виведення у зовнішнє середовище кінцевих продуктів; 3) вивільнення енергії, що міститься у сполуках, які надходять ззовні, її запасання у прийнятній для організму формі й використання в процесах життєдіяльності.

Під час вивчення курсу слід прагнути засвоєння учнями знань, формування умінь і цінностей, за допомогою яких здобувачі повної середньої освіти усвідомлять такі важливі положення.

1. Джерелами матеріалів для відновлення структур та енергозабезпечення слугують харчові продукти, в складі яких організм отримує вуглеводи, ліпіди, білки, деякі біологічно активні сполуки і мінеральні речовини. У травній системі білки, вуглеводи, ліпіди перетворюються на засвоювані форми під дією активних компонентів, що їх виділяють шлунок, кишечник, підшлункова залоза і надходять із жовчі. Перетворення макромолекул полягає в їхній деполімеризації, тобто

руйнуванні полімерів до мономерів (білків – до амінокислот, полісахаридів – до моносахаридів, ліпідів – до жирних кислот і гліцеролу).

2. З кров'ю хімічні сполуки надходять в органи (тканини), де включаються у процеси синтезу (утворення специфічних для тканин організму людини білків, вуглеводів, ліпідів і регуляторних сполук), процеси окисно-відновного розкладу, в ході якого вивільняється енергія хімічних зв'язків. Проміжні продукти використовуються в синтезі біологічно активних речовин або виконують регуляторні функції.

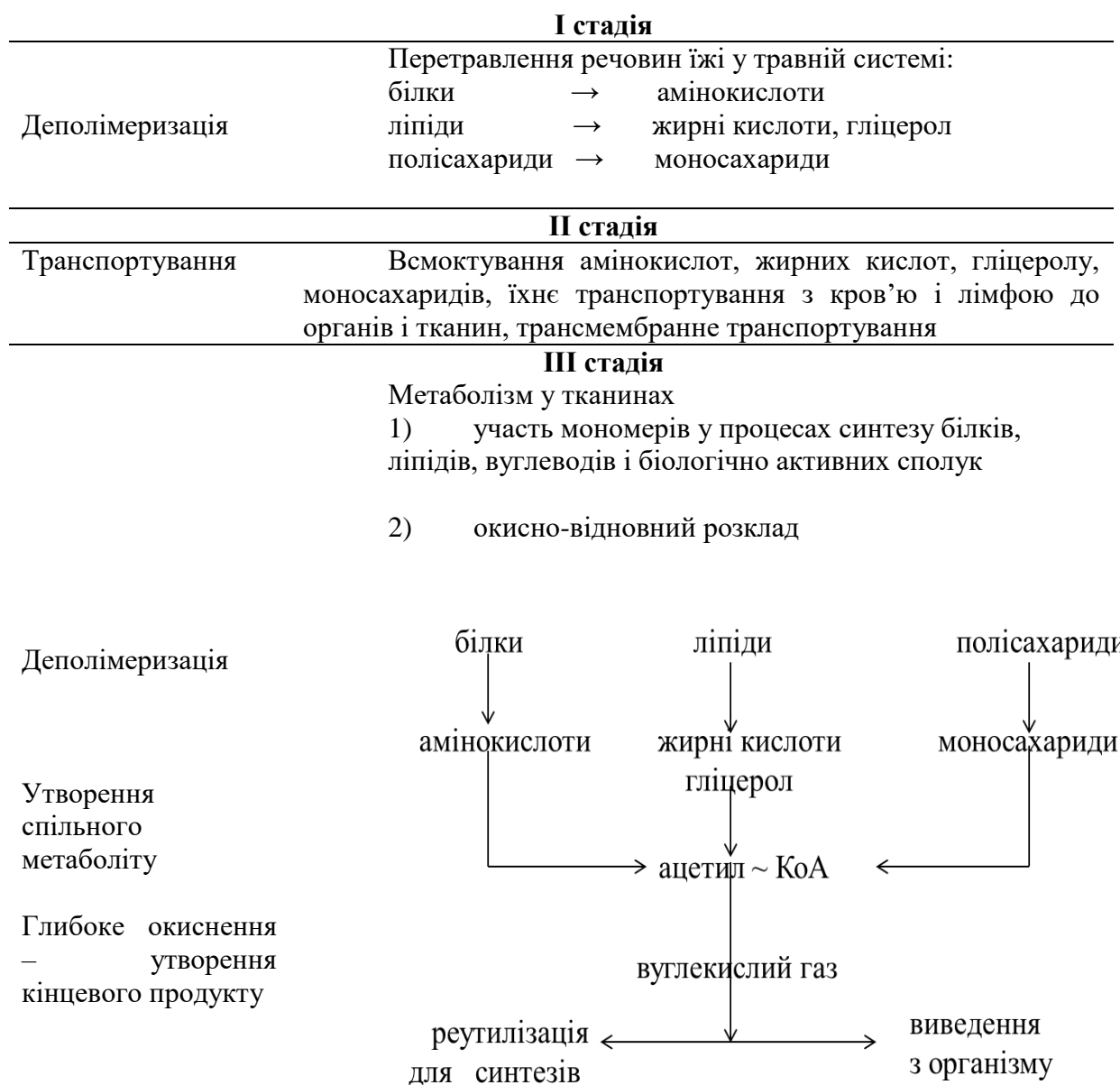
3. Вивільнення енергії в ході окисно-відновного розкладу спряжене з її запасанням у формі універсальних носіїв. Вони слугують джерелами енергії для всіх видів роботи, властивих живому.

Всі перелічені процеси відбуваються в організмі повсюдно й у сукупності розкривають зміст поняття «обмін речовин». Успішне їх вивчення допоможе учням самостійно/з допомогою вчителя скласти узагальнену схему (схема 2.2).

Таким чином учні усвідомлюють, що обмін речовин – це сукупність хімічних перетворень, що відбуваються в організмі й забезпечують його життєдіяльність, ріст, відтворення, сталий контакт та обмін з навколишнім середовищем. Вивчення цих процесів і механізмів їхньої регуляції без знань основ молекулярної біології неможливе.

Знання про перші дві стадії обмінних процесів (перетравлення й всмоктування) формувалися в учнів під час вивчення організму людини у 8 класі. З метаболічними шляхами учні ознайомлюються в 9 і 10 класах, тож опора на цей досвід необхідна під час повторення та систематизації навчального матеріалу.

Зміст поняття «обмін речовин»



Оскільки часовий ресурс вивчення курсу є незначним, його успішному вивченню сприятиме інтенсифікація процесу навчання. До шляхів інтенсифікації належать:

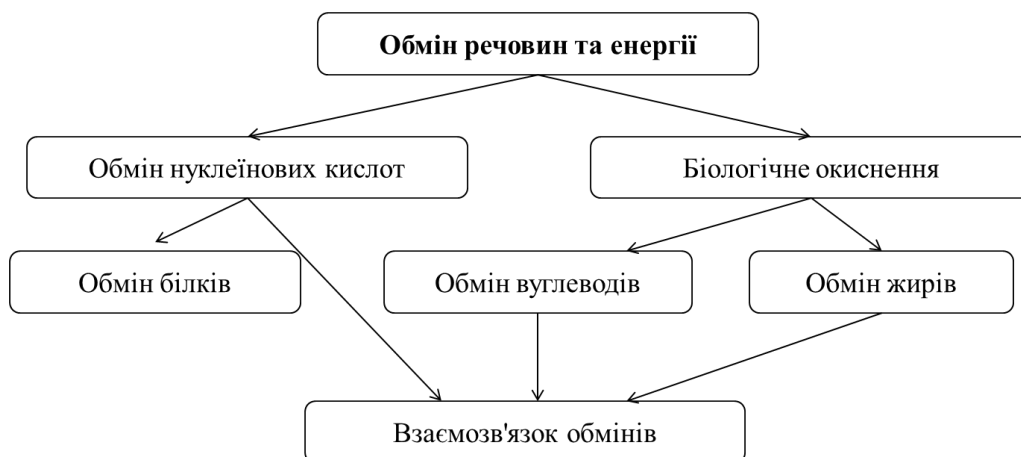
- переструктурування навчального матеріалу порівняно з основним курсом біології (приклади подано у схемах 2.2 і 2.3);
- актуалізація знань учнів з курсу біології та органічної хімії;
- укрупнення дидактичних одиниць засвоєння;

- активізація пізнавальної діяльності учнів;
- раціоналізація навчально-методичного забезпечення.

Як видно зі схеми 2.3, крім існуючих в шкільному курсі біології понять, пов'язаних з метаболізмом, з метою узагальнення необхідно висвітлити обмін нуклеїнових кислот, обмін білків, обмін вуглеводів і обмін жирів й акцентувати увагу на реакціях біологічного окиснення як процесах, що дають змогу повно розкрити роль молекул АТФ, обчислити енергетичні ефекти різних обмінних процесів. Процеси біологічного окиснення слугують сполучною ланкою біохімічних реакцій у живому організмі.

Схема 2.3

Розкриття структури поняття «обмін речовин та енергії»



Структура поняття «біологічне окиснення» (клітинне дихання) потребує логічного розкриття, що його ілюструє схема 2.4. Учні розумітимуть, що фактично біологічне окиснення – це послідовність окисно-відновних реакцій, які каталізуються оксидоредуктазами, локалізованими на внутрішній мембрані мітохондрій. Безпосередніми субстратами окиснення є низькомолекулярні органічні сполуки; це донори протонів та електронів для дихального ланцюга. Особливістю біологічного окиснення є поетапне вивільнення енергії, яка виділяється не лише у вигляді теплоти, а й акумулюється в макроергічні зв'язки АТФ (це й зумовлює структуру цього поняття).

Структура поняття «біологічне окиснення»



На завершальному етапі вивчення метаболізму учні встановлюють взаємозв'язок між обмінами біологічно важливих органічних сполук за допомогою ключових метаболітів, на рівні яких можливе переключення з одного обміну на інший.

Доцільно нагадати учням, що структурно-функціональні компоненти клітин постійно оновлюються. В організмі постійно відбуваються і розклад, і синтез цих компонентів; метаболіти, що утворюються, можуть зазнавати катаболізму або знову вступати в анаболічні реакції.

Вивчення біосинтезу білка доцільно розпочати з актуалізації знань про генетичний код, охарактеризувати його властивості: триплетність, специфічність, виродженість, безперервність, колінеарність, універсальність, адже без знання генетичного коду неможливо зрозуміти механізм біосинтезу білка. Це допоможе зрозуміти походження мутацій, зв'язок між дефектами певних білків і генетичними захворюваннями.

Важливо підвести учнів до розуміння, що в живій природі весь хід обміну речовин підпорядкований головній меті – відтворенню білків. Решта обмінів – вуглеводневий, ліпідний, нуклеїновий – «обслуговують» біосинтез білків; *обмін вуглеводів* є головним джерелом карбонових ланцюгів у біосинтезі амінокислот, *обмін жирів* постачає речовини, під час окиснення

яких у макроергічних зв'язках АТФ запасасться енергія, необхідна для утворення пептидних зв'язків; *обмін нуклеїнових кислот* забезпечує збереження й передачу інформації про розташування амінокислотних залишків у нових синтезованих молекулах білків. Таким чином, численні, різноманітні й почасти складні процеси перетворення речовин і трансформації енергії у живій речовині зумовлюють здебільшого обмін білків. Цей обмін регулює згадані перетворення в такий спосіб, що створює оптимальні умови для власного перебігу.

Вивчення програмових питань важливо починати з динамічного повторення, за якого учні індивідуально або в групі розв'язують біологічні задачі та ситуаційні завдання, складають / заповнюють таблиці, схеми. Наприклад, опрацьовуючи процеси пластичного обміну для повторення правила комплементарності, учні можуть розв'язати таку **задачу**.

Скільки тимінових, аденілових і цитидилових нуклеотидів міститься у фрагменті молекули ДНК, якщо в ньому виявлено 880 гуанілових нуклеотидів, на які припадає 22 % від загальної кількості нуклеотидів у цьому фрагменті молекули ДНК? Яка довжина цього фрагмента молекули ДНК?

З метою закріплення здобутих знань ефективно розв'язувати ситуаційні й практико-орієнтовані задачі, які уможливають розгляд обмінних процесів у реальних ситуаціях, залучають практичний досвід учнів. Наводимо приклади таких задач.

1. На морському узбережжі упродовж кількох годин засмагала дівчина. Увечері в неї підвищилися температура й артеріальний тиск, шкіра набула бордового забарвлення. Унаслідок дезамінування якої амінокислоти утворюються речовини, що спричиняють подібні явища?

2. Для профілактики й лікування рахіту дітям призначають вітамін D. Перетворюючись на гормон, він сприяє збільшенню у клітинах кишечнику вмісту білків, які забезпечують всмоктування Кальцію. Швидкість якого матричного процесу при цьому змінюється та як саме? Яку будову має

продукт, якщо матрицею для синтезу слугує фрагмент молекули такої будови:

ГТЦ ЦАЦ ТЦА

|| | |

ЦАГ ГТГ АГТ і зчитування інформації відбувається зліва направо?

3. За годину після введення тваринам аспартату (солі аспарагінової кислоти), що містить ізотоп ^{15}N , радіоактивну мітку було виявлено в РНК і ДНК різних органів і тканин. В яких нуклеотидах ДНК і РНК опиниться «мітка»?

Узагальнення знань про обмін речовин та енергії необхідно завершити вивченням механізмів їхньої регуляції в організмі людини, що дасть змогу наочно показати практичне значення знань, повторити фізіологічні поняття, залучити життєвий досвід учнів, підвищити позитивну мотивацію в процесі вивчення курсу за вибором.

Запропонований підхід до вивчення обміну речовин та енергії уможливить узагальнення здобутих учнями знань з біології і хімії, закріплення й і розвиток їх у новому аспекті.

Під час вивчення поділу клітини головну увагу варто зосередити на розкритті значення цього процесу для розмноження та індивідуального розвитку організмів, на узагальненні знань механізмів розподілу генетичної інформації, що забезпечує сталість числа і форми хромосом в утворених дочірніх клітинах. Поділ клітини – складний процес, до якого клітина має готуватися. Ця підготовка відбувається під час інтерфази.

Учні розуміють, що для утворення двох клітин з однієї потрібні певні ресурси, зокрема хімічні сполуки, з яких побудовані клітинні структури. Для того щоб повторити цей матеріал, варто використати різні засоби візуалізації, що ілюструють самоподвоєння ДНК, синтез білків, вуглеводів, ліпідів, АТФ. Необхідно звернути увагу учнів, що ці процеси відбуваються в інтерфазі, а в період мітозу клітинний метаболізм призупиняється. Важливо вже на цьому етапі наголосити, що з молекул ДНК і білка утворюються дві хроматиди – майбутні хромосоми.

Для закріплення знань про біологічну сутність мітозу необхідно докладніше розглянути поняття про хромосоми як структури клітини, що зберігають і передають спадкову інформацію, а також про їхні індивідуальність, парність, диплоїдний набір. Щоб в учнів не сформувалися помилкові уявлення про мітоз, треба розкрити роль цитоплазми в цьому процесі (надсилання в ядро сигналів про початок поділу, визначення маси і розміру цитоплазми як чинник готовності клітини до поділу, накопичення речовин та енергетичних ресурсів).

Уміння **розв'язувати задачі з біології** є одним із методів і результатів навчання біології. Воно забезпечує усвідомлене й міцне засвоєння понять, закономірностей і законів, сприяє розвитку логічного мислення і творчих здібностей учнів. Цим зумовлена наявність у пропонованому курсі теми 3 «Розв'язування біологічних задач».

У розвитку і закріпленні умінь розв'язувати задачі з біології ефективністю вирізняються алгоритмічні та евристичні прийоми. Оскільки учні мають певний досвід розв'язування задач з молекулярної біології та генетики (це матеріал 9 і 10 класів), для його актуалізації доцільно нагадати учням етапи розв'язування задач, надати алгоритми, плани-орієнтири та приклади розв'язування типових задач.

Для одних учнів це буде повторенням алгоритмічних процедур щодо розв'язування задач, інші потребуватимуть опанування їх. Евристичні прийоми містять дії, операції, процедури, що вже засвоєно учнями.

Опануванню змісту курсу сприяють активні **методи і форми** проведення навчальних занять: ділові й рольові ігри, «перевернутий клас», «доповнена реальність», тренінги, презентації, семінари, науково-практичні конференції, колоквиуми. Особливе значення надається моделюванню (включаючи комп'ютерне), в основу якого покладено метод побудови графічних моделей, що створює умови для формування в учнів інтегративних знань, активізує й розвиває мислення, дає змогу бачити біологічний об'єкт

(процес) цілісно у різноманітності його зв'язків. Наприклад, дія мутагенів – виникнення генетичних мутацій – зміна генотипу – прояв нових властивостей організму. Цей метод інтегрований з евристичною бесідою, прийомами коучингу (від англ. *coaching* – тренерство), має універсальний характер для учнів з різними типами мислення, підходить для кінестетиків, візуалів, за коментування – для аудіалів.

Щоб забезпечити єдність викладання і самостійність учіння під час вивчення курсу, важливо надавати перевагу таким видам робіт, що дають змогу учням працювати у власному темпі, використовувати способи і прийоми, найзручніші для них, виявляти самостійність. Зміст такої діяльності визначається різною метою, зокрема засвоєння фактичного матеріалу (отримання інформації з різних джерел, складання схем, діаграм, структурно-логічних схем тощо); узагальнення знань (наприклад, самостійне доведення якогось положення, наведення додаткових фактів, що підтверджують певне положення); застосування знань (самостійне складання задач, пояснення нового на основі вивчених явищ, виявлення й виправлення помилок, складання рецензій, анотацій на статті, повідомлення, реферати, книги); контроль за засвоєнням знань (складання задач для перевірки знань, доповнення схем і таблиць, складання запитань щодо практичного застосування знань тощо). Загалом самостійна робота сприяє розвитку предметних і процедурних знань, умінь аналізувати конкретні ситуації й приймати оптимальні рішення, отримувати необхідну інформацію з різних джерел і використовувати її у відповідних ситуаціях.

В опануванні змісту курсу не втрачають актуальності творчі роботи, тематика яких часто збігається з назвою тем/підтем, наприклад творча робота «Життєвий цикл клітини».

До **форм контролю**, що здійснюються в межах вивчення курсу за вибором, належать заліки (письмові, усні), контрольні роботи, тестування, виконання і захист індивідуального або групового творчого завдання за вибором учнів, оформлення портфоліо. В умовах компетенізації освіти

портфоліо – це одна з альтернативних форм оцінювання за результатом, за докладеними зусиллями і використаним ресурсами, за створеним освітнім продуктом.

З метою реалізації **профорієнтаційної функції курсу** необхідно продемонструвати старшокласникам значущість знань про молекулярний й клітинний рівні життя для розв'язування проблем людства – попередження й подолання пандемічного поширення хвороб, розв'язування проблеми забезпечення білковою їжею населення планети, що невпинно зростає, і збереження біорізноманітності та інші. Важливо спонукати учнів дізнаватися про сучасні напрями науки і практики молекулярної і клітинної біології. Наприклад, запропонувати школярам знайти в інтернеті інформацію про лабораторії світу, в яких створено, постійно оновлюються і вдосконалюються бази даних білків, що доступні науковій спільноті через інтернет.

Розвиток омїкс-технологій дає змогу проводити різноманітні дослідження, наприклад устанавлення структури невідомих сполук, скринінг складних сумішей і пошук мас-спектрів; ідентифікацію білків за базами даних; кількісний аналіз експресії білків; устанавлення часткової амінокислотної послідовності пептидів тощо. Відтак дидактично доцільно ознайомити учнів з активним розвитком протеоміки, геноміки і метаболоміки, орієнтувати на самостійний пошук інформації про актуальні й перспективні напрями сучасної біології: розвиток протеомних технологій і створення баз даних білків (різних організмів), створення протеомних карт для рослин і мікроорганізмів, що їх використовують у промисловості, трансгенних рослин сільськогосподарського, фармакологічного, медичного призначення та ін.

У світовому господарстві набуває поширення вирощування генетично поліпшених форм пшениці, картоплі, винограду та інших культур. У складі таких рослин серед сполук є кількісно або якісно змінені низькомолекулярні метаболіти, гормони, пігменти, сигнальні молекули, біологічно активні речовини, які можуть слугувати сировиною для фармакологічної, харчової,

медичної промисловості. В Україні успішно розвиваються біо- та хемоінформатика, геномні технології для створення сільськогосподарських культур. Ці та багато інших досягнень вітчизняної і світової науки треба з належною повнотою використовувати у процесі вивчення курсу за вибором «Вибрані питання шкільного курсу біології».

Таким чином, у виборі **педагогічних технологій** треба орієнтуватися на низку можливостей: допомогу в самоуправлінні самостійною діяльністю, забезпечення способами продуктивної діяльності, роботу з різними джерелами інформації, стимулювання індивідуального вибору, активності й мотивації творчості учнівства, активізацію співпраці в колективній у груповій роботі, забезпечення розвитку критичного мислення, обмін ціннісними судженнями. Реалізацію зазначеного уможливорює технологія групового навчання. Для його запровадження необхідно розробляти і проводити семінарські заняття, що дають змогу успішно діяти груповим суб'єктам навчальної діяльності. Структурна побудова цих занять залежить від їхньої дидактичної мети. Якщо мета семінару полягає в закріпленні й перевірці знань, то семінар складається з трьох частин: коригувальної, навчальної та контрольної. У першій частині семінару в групі триває усна взаємоперевірка засвоєння певного навчального матеріалу, у другій – спільне виконання поставленого перед малою групою пізнавального завдання, у третій – контроль. Якщо ж метою робочого семінару є систематизація та узагальнення знань, то він має двохелементну структуру. В одному випадку це були будуть коригувальна та навчальна частини, у другому – навчальна та контрольна.

Приклад семінару з трьохелементною структурою «Органічні сполуки живих систем: вуглеводи, ліпіди, білки».

Мета семінару перевірка та закріплення знань про біологічні функції цих класів органічних сполук.

Семінарське заняття складається з трьох частин – коригувальної, навчальної та контрольної.

Розпочинається семінарське заняття з *коригувальної частини*, виконання завдань якої триває впродовж 10 хв. Усну перевірку знань про органічні сполуки живих систем малі групи здійснюють за такими запитаннями.

1. Які речовини називають біополімерами? Наведіть приклади.
2. Назвіть біологічні функції ліпідів і вуглеводів.
3. Схарактеризуйте будову та структурну організацію білків. Чим пояснюється багатоманітність білків?

Опитування здійснює консультант, члени групи відповідають на запитання, доповнюють відповіді один одного. Після проведення актуалізації знань групи приступають до виконання завдань *навчальної частини* семінару, під час виконання яких закріплюються, поглиблюються та розширюються знання про молекулярні основи життя.

Виконання цих завдань супроводжується складанням схем, заповненням таблиць, відповідними записами в робочих зошитах старшокласників.

На цьому етапі семінарського заняття групам можна запропонувати виконати такі завдання.

1. Розкрийте зв'язок між будовою, властивостями та біологічним значенням вуглеводів. Наведіть приклади вуглеводів, що належать до моносахаридів і полісахаридів.
2. Поясніть енергетичну, будівельну, запасальну, захисну, терморегуляторну, гормональну, видільну функції ліпідів.
3. Заповніть таблицю відомостями про функції білків.

Функція білків	Назви білків, що виконують функцію	Сутність функції

4. У чому полягає сутність ренатурації, деструкції білків?

Як бачимо, навчальна частина семінарського заняття включає різноманітні завдання, що дають змогу закріплювати й застосовувати знання, встановлювати міжпредметні зв'язки з хімією.

Тривалість навчальної частини – до 20 хв. Над виконанням завдань працює вся група, в разі потреби консультант роз'яснює окремі питання, відбувається обговорення відповідей, прийнятих рішень, самостійно складених схем, таблиць, характеристик тощо.

Узагальнені результати роботи кожного члена групи консультант, зважаючи на думку однокласників, фіксує в обліковій картці у вигляді підсумкової оцінки.

У заключній, контрольній частині семінару результати групової діяльності оцінює вчитель. При цьому кожний учень індивідуально виконує певний варіант завдань, що стосуються теми семінарського заняття.

Варіант I

1. Дайте визначення біополімерів, наведіть приклади.
2. Укажіть функції кожної речовини з переліку: глікоген, целюлоза, віск, гемоглобін. До якого класу органічних речовин належить кожна із цих сполук?
3. Що є спільного та відмінного в процесах ренатурації та деструкції?

Варіант II

1. Дайте визначення ліпідів, наведіть приклади.
2. Укажіть функції кожної речовини з переліку: крохмаль, міозин, хітин, колаген.
3. Чому вуглеводам належить провідна роль у забезпеченні організмів енергією?

Варіант III

1. Укажіть функції білків у живих організмах.
2. Запишіть приклади речовин (клас сполук і кілька представників), що виконують структурну та запасальну функції.
3. Порівняйте властивості та біологічні функції ліпідів і вуглеводів.

Варіант IV

1. Дайте визначення вуглеводів, наведіть приклади.
2. Схарактеризуйте каталітичну функцію білків.
3. Порівняйте будову та біологічні функції полісахаридів і білків.

Примітка. Зміст завдань має стосуватись навчальних одиниць знань, що перевірялись усно у коригувальній частині семінару, закріплювались і застосовувались під час групової роботи в навчальній частині.

Семінари з узагальнення вивченої теми доцільно проєктувати з двох частин, об'єднавши коригувальну та навчальну частини в одну.

Окрім технології групового навчання ефективними є інформаційно-цифрові технології. Їх застосування дає змогу індивідуалізувати навчання кожного учня; розвивати ключові компетентності (інформаційно-комунікаційну, інноваційність і навчання впродовж життя); урізноманітнювати наочність вивчення складних процесів мікросвіту, потрібних для опанування біологічного матеріалу про молекулярні основи процесів життєдіяльності організмів; організовувати значну кількість видів діяльності (осмислення, закріплення, пошук і структурування інформації, моделювання, обмін інформацією і досвідом, практична робота, контроль тощо). Використання ІКТ не лише сприяє засвоєнню старшокласниками змісту курсу «Вибрані питання шкільного курсу біології» в очній формі здобуття освіти, а й в умовах безупинного і швидкого оновлення знань уможливорює розвиток у випускників потреби в постійному самостійному оволодінні цими знаннями і навичками самоосвіти.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ. 10-11 КЛАСИ»

О. Козленко

Курс за вибором «Моделювання в біології. 10-11 класи» призначений для організації позакласної роботи учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Програма курсу містить опис структури курсу і очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів. Курс пропонується для учнів 10-11 класу і розрахований на 34 години (0,5 годин на тиждень).

Мета курсу: розвинути вміння учнів працювати з моделями різних типів і переносити набутий досвід на інші види діяльності (інші теми курсу біології, інші предмети, використання в повсякденному житті), які є важливими складниками природничо-наукової компетентності учнів.

Програма курсу передбачає мінімальну теоретичну частину, що містить загальні питання моделювання та його місце в науковому пізнанні, класифікацію моделей, приклади моделей, належать до різних класів (об'ємні, графічні, математичні, вербальні, імітаційні, семіотичні моделі). Робота за пропонованим курсом зорганізується у формі **практичних робіт** з опрацювання блоків моделей, підготовлених в межах кожної з тем, в формі групової роботи учнів. Для аналізу моделей різних типів, що входять до тематичних блоків, використовується певний план (див. Додаток), який містить суто предметні та загально-описові елементи, що дозволяють узагальнити набутий досвід роботи з моделями, генералізувати його: перенести на інші види і напрями діяльності, інші об'єкти тощо. Найбільш ефективним способом опрацювання блоків моделей групами учнів є **модель зміни локацій**, при якій групи переходять від однієї локації з запропонованою на ній діяльністю з конкретною моделлю певного типу до іншої; в оптимальному режимі за заняття всі групи опрацюють всі блоки моделей.

Курс передбачає роботу над формуванням спільних для всіх ключових компетентностей, таких як читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно і письмово, критичне та системне мислення, ініціативність, здатність логічно обґрунтовувати позицію, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, співпрацювати з іншими особами.

При роботі з курсом важливо, щоб вчитель сам мав можливість обирати ті чи інші моделі для проведення занять та способи їх опрацювання (тобто використовував їх як засіб *авторизації* навчального матеріалу).

Способи розподілу учнів/учениць на групи для групової роботи описано в статті «Коефіцієнт особистої участі як вимірник результатів групової навчальної діяльності учнів»². Бажано, щоб групи формувалися за набором лідерів, але можна використати інші способи формування груп. Постійність складу груп для різних блоків моделей не є обов'язковою вимогою, в різних роботах учні/учениці можуть входити до різних груп. Кількість у групах визначається кількістю учнівства, що обрало курс, але не перевищує 5 учнів.

Робота з блоками моделей. У всіх темах є роботи з моделями, з якими треба працювати: зробити опис за планом і відповісти на компетентнісні запитання (на бланку). Для всіх моделей матеріали наведені у вигляді QR-кодів; так само презентації до блоків, які може використовувати вчитель/вчителька, доступні за посиланнями.

Аналіз проводиться групою, оцінка виставляється за змістові елементи опису та запитання до моделі (моделі приблизно однакові за складністю та часом виконання опису).

10 клас (17 годин, 0,5 години на тиждень)

Вступ (орієнтовно 1 год.)

Гра не модель, модель не гра

² Козленко О.Г. Коефіцієнт особистої участі як вимірник результатів групової навчальної діяльності учнів // Біологія і хімія в школі, 2001, № 6, С.14-15. <http://lib.iitta.gov.ua/705436/>.

В огляді незалежної некомерційної організації Futurelab (Великобританія), присвяченому серйозним іграм³, вводиться важливе розрізнення навчальних моделей та ігор. Навчальні моделі – це строго вибудовані, структуровані інтерактивні об'єкти, сценарії яких побудовані на перевірених правилах, завданнях та стратегіях. Завданням таких моделей є розвиток певних компетенцій, які можуть бути перенесені учнем/ученицею в реальний світ. Гра – це діяльність, яка самопідкріплюється, переважно використовується для розваги, проте накопичено значний досвід використання ігор для вивчення та практичного застосування набору інструментів, ідей або дій. На відміну від навчання, переважно розрахованого на приріст в учнів знань через зміст (*content*), ігри та симуляції спираються переважно на досвід (*experience*). Також моделі та ігри можуть бути побудовані на ретельно розробленій математичній основі (в іграх вона не завжди є очевидною для того, хто грає, але необхідна для функціонування ігрової механіки).

Але головна мета гри – задоволення, fun, яке гравці отримують у процесі гри, під час виграшу (а подекуди й програшу). Робота з моделями дуже мало нагадує самопідкріплену діяльність, і не варто очікувати від учнів/учениць такого саме захоплення від роботи з моделями, як від гри у будь-які ігри – від «Камень, ножиці, папір» до «Кіберпанк 2017».

Типи моделей та план опису моделі на прикладах (наведено у презентаціях до за покликаннями).

№	Назва	Тип моделі	Оригінал	Модель	Мета моделювання	Суттєві властивості	Несуттєві властивості
	Паперовий літачок	Реальна модель	Літак	Паперова модель літака	Спостерегти, як літає	Корпус, крила, хвіст, їхні форма та розташуван	Двигун, шасі, міцність і вага...

³ Ulicsak M. Games in Education: Serious Games. A Futurelab Literature Review // www.futurelab.org.uk/projects/games-in-education

						ня, здатність до польоту	
2	Модель салону для продажу квитків	Графічна модель	Літак	Схема розташування місць для пасажирів у салоні літака у касира	Продати квитки на пасажирський літак	Розташування та кількість рядів крісел, кількість місць, вартість білета для кожного місця	Крила, хвіст, їхні форма та розташування, двигун, шасі...
3	Екран авіадиспетчера	Імітаційна модель	Літак	Точка на екрані радара	Безпека польотів	Напрямок, висота та швидкість руху, вид руху (зліт, посадка, розворот), розташування відносно інших літаків	Крила, хвіст, їхні форма та розташування, двигун, шасі, кількість місць...

Тема 1. Біорізноманіття (орієнтовно 5 год.)

1. Визначення та класифікація

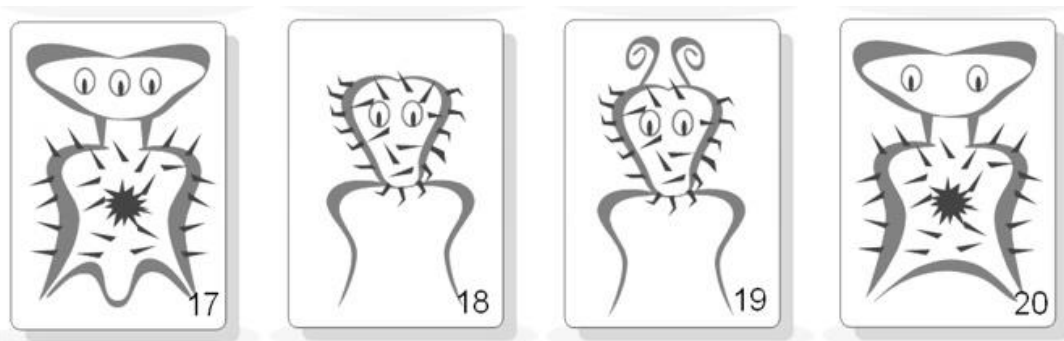
Варто зазначити, що класифікація є однією з основних задач біології як науки. Це настільки важлива задача, що вона певним чином вкорінена в нервову систему людини. «У людей є спеціалізовані ділянки мозку, розташовані у скроневій частці (а саме у верхній скроневій борозні та веретеноподібній звивині), що відповідають за класифікацію тварин і рослин. Пошкодження цих ділянок може призвести до втрати здатності відрізнити лева від миші та ромашку від берези при збереженні інших ментальних функцій. Сучасні мисливці-збирачі розрізняють багато сотень видів живих

істот – на відміну від городян, у яких відповідні ділянки пам'яті, мабуть, забиті сортами шампунів, йогуртів і автомобілів (Yoon, 2009)⁴.»

Основним способом визначення належності тварин та рослин до певної систематичної групи є так званий *дихотомічний*⁵ *визначник*. Він побудований на принципі послідовного аналізу парних протилежних ознак (тези та антитези), для кожного з яких зазначений перехід на наступну пару ознак або конкретну назву систематичної групи, до якої належить визначуваний організм. Набір тез та антитез, що дозволяє визначити організми в межах обраної групи, називається визначальною картою. Такий визначник може бути представлений у вигляді *дерева визначення*, в якому показано, на які ознаки потрібно дивитися, поділяючи все різноманіття організмів у кожному з вузлів «теза»/«антитеза». Іншим способом визначення є робота з довідниками та атласами, в яких обумовлені організми представлені у вигляді зображень (*атласи-визначники*) та/або докладних описів.

«Визначення інопланетян за дихотомічним визначником»

Для того, щоб знання про реальних тварин не заважали у тренуванні навичок використання визначників, спочатку радимо потренуватися на інопланетянах⁶. Кожній групі пропонується визначити чотирьох представників, що належать до однієї інопланетної раси, і вказати, яким номерам карток відповідають латинські назви відповідних істот.



⁴ Цит. за: Марков А. Эволюция человека. В 2 кн. Кн. 1: Обезьяны, кости и гены / Александр Марков. – М.: Астрель: CORPUS, 2011. – 464 с., с. 22

⁵ Слово *дихотомія* (грец. δῖχῆ, *дихо* – «надвоє» і τομή, *томо* – «розподіл», порівняй: томограф – медичний прилад, що дозволяє отримати набір віртуальних «зрізів» тіла людини) має на увазі послідовний поділ множини на дві частини, пов'язані всередині більше, ніж з-поміж них.



⁶ <https://www.biologycorner.com/worksheets/pamishan.html>

Номер варіанта	Представники			
1	1	9	20	5
2	2	10	15	6
3	3	11	14	7
4	4	12	17	18
5	8	13	16	19

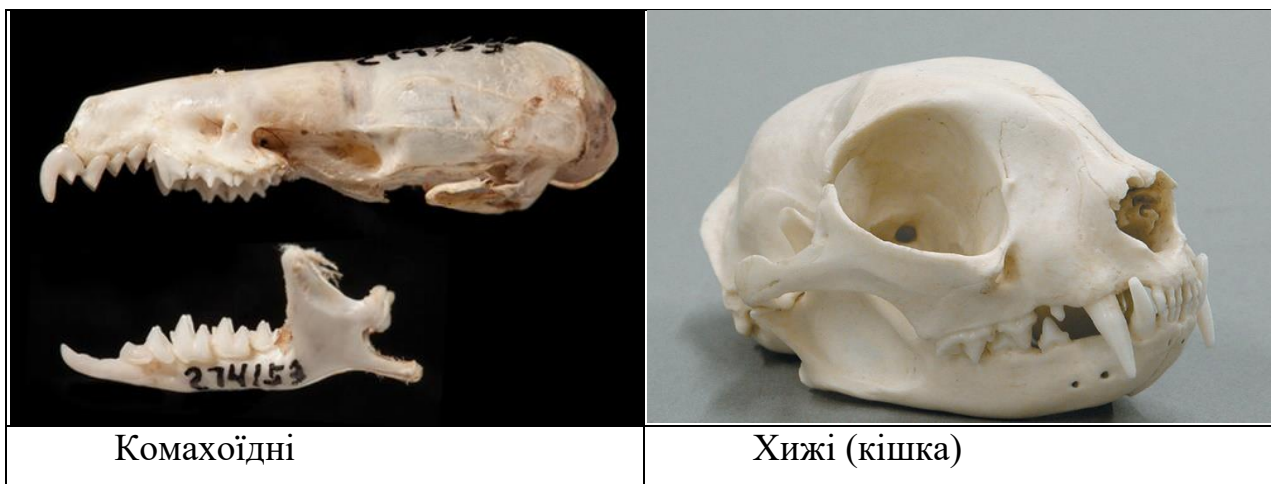
Відповіді:

<i>1 Narrowus georgia</i>	<i>6 Narrowus portus</i>	<i>11 Broadus walter</i>	<i>16 Broadus hairyemmus</i>
<i>2 Narrowus montanian</i>	<i>7 Narrowus fuzzus</i>	<i>12 Broadus andersoni</i>	<i>17 Broadus hairus</i>
<i>3 Narrowus blankus</i>	<i>8 Narrowus cyclops</i>	<i>13 Broadus emmus</i>	<i>18 Narrowus wolfus</i>
<i>4 Narrowus starboardus</i>	<i>9 Broadus tritops</i>	<i>14 Broadus arctus</i>	<i>19 Narrowus beardus</i>
<i>5 Narrowus plainus</i>	<i>10 Broadus plainus</i>	<i>15 Broadus kiferus</i>	<i>20 Broadus hairystarus</i>

«Визначник основних рядів ссавців за черепами та текстовим визначником»

	
Зайцеподібні	Рукокрилі

«Визначення ссавців за черепами та графічним дихотомічним визначником»



«Визначення птахів за атласом-визначником»

«Для визначення видів тварин у польових умовах, якщо тварину видно лише здалеку і вона рухається, дихотомічний визначник незручний, читати довгі тексти довідника ніколи. Краще мати прості схематичні зображення. Як приклад, запропоновано атлас-визначник найбільш поширених видів горобцеподібних у вигляді символічних малюнків. Встановіть за допомогою такого графічного визначника наведених на фотографіях представників та введіть назви птахів у поля введення під фотографіями. (Підказка. При визначенні птахів постарайтеся виділити окремі ознаки – як у текстовому описі – колір грудки, «шапочку» або «маску» на голові та ін., і порівнювати за такими простими ознаками фотографію та схематичні малюнки.)

Визначте представників, наведених на фотографіях.»

Підказка, наведена у завданні, є доволі важливою: дійсно, варто спробувати перевести аналогове зображення у дискретний опис за певними, окресленими ознаками. Це завдання може бути використане у 7 класі.

 	 	 
<p data-bbox="320 752 563 790">Велика синиця</p> 	<p data-bbox="738 752 868 790">Зорянка</p> 	<p data-bbox="1059 752 1265 857">Дрозд-горобинник</p> 
 <p data-bbox="320 1449 432 1487">Снігур</p>	 <p data-bbox="738 1449 919 1487">Трясогузка</p>	 <p data-bbox="1161 1449 1337 1487">Поповзень</p>

2. Філогенетичні дерева

Всі графічні моделі можна розділити за переважною кількістю вимірів: **одновимірні** (лінійні: стрічки часу та шкали, моделі регуляції генної активності на хромосомах, гени гомеобокса тощо), **двовимірні** (мапи та засоби візуалізації – графіки та діаграми), **тривимірні** (імітація на площині тривимірних об'єктів: аксонометрія, ізометрія у кресленнях, тривимірні графіки у візуалізації даних; 3D-моделі як імітація об'ємних тіл, яка

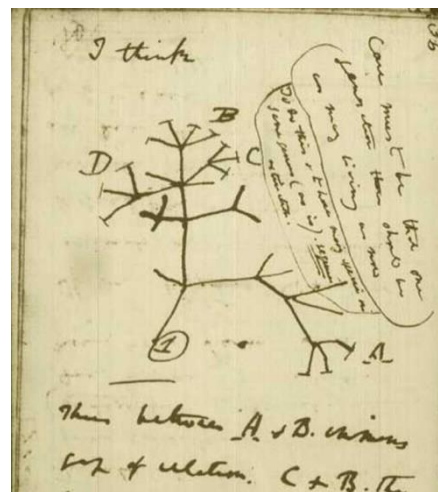
розглядається окремо). Якщо додати окремий вимір – час, отримаємо динамічні (анімовані або псевдоанімовані, як у коміксах) графічні моделі.

Одновимірні – стрічки часу

Робота зі стрічкою (лінією) часу належить до традиційних прийомів формування хронологічних уявлень та вмінь поряд зі складанням хронологічних та синхроністичних таблиць. Основна проблема, з якою стикаються люди при роботі з хронологічними даними і стрічками часу як їх графічним або реальним (фізичним) втіленням, пов'язана з тим, що в ментальній моделі простору-часу, властивій людині, поняття часової шкали не закріплено. «Форми часу (локалізація подій у часі), – пише Стівен Пінкер, – поводяться подібно прийменникам та іншим просторовим термінам (локалізація в просторі). Категорія часу локалізує ситуацію тільки щодо деякого орієнтиру (момент мовлення або подія-референт), але не у фіксованій системі координат, таких як годинник або календар. Для неї важливішим є напрямок (до або після), але байдужа абсолютна відстань (дні, години, секунди). І вона зазвичай не звертає уваги на те, як влаштовано локалізоване явище, оскільки сприймає його як точку або частку, яка не має видимої внутрішньої структури.»⁷ Внаслідок цього за стрічку часу за замовчуванням приймається просто послідовність подій, а не їхнє розташування з певними проміжками, пропорційними відображуваним інтервалах часу.

Двовимірні - філогенетичні дерева

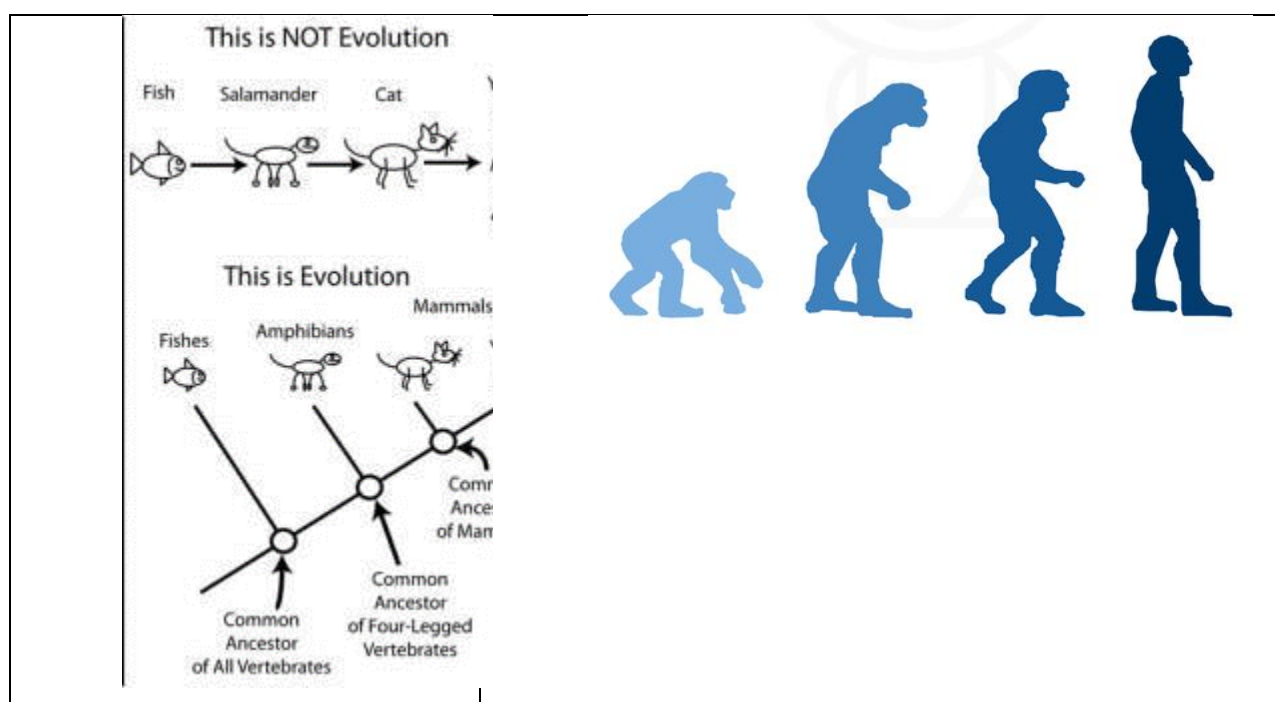
В наш час філогенетичні дерева розглядаються як окремий випадок інтелектуальних карт (Concept Maps, «понятійні карти», «карти пам'яті», «ментальні карти», «майнд-мапи»,



⁷ Пінкер С. Субстанция мышления: Язык как окно в человеческую природу. Пер. с англ. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 560 с. (Философия сознания.) – С. 242-243.

«карти структурування інформації» тощо, які створюють умови для уявлення і «зв'язування» думок, є одним із видів візуального навчання⁸). Зокрема, в чернетках Ч. Дарвіна є малюнок філогенетичного дерева, який є своєрідним символом філогенетичних дерев в цілому. Учень Дарвіна Ернст Геккель побудував велике філогенетичне дерево живих організмів, яке є також дуже знаним історичним символом цього класу візуалізацій.

В цьому наборі три з чотирьох завдань присвячені саме побудові філогенетичних дерев різних об'єктів, і лише четвертий блок – аналізу готових графічних версій філогенетичних дерев.



Що є і що не є правильним зображенням еволюції (перший малюнок - http://www.reddit.com/r/atheism/comments/sp61n/might_be_repost_i_use_this_picture_in_arguments/)

Найважливішим при побудові штучних філогенетичних дерев є саме формування правильного уявлення про еволюцію і спорідненість сучасних видів (мал. праворуч, популярний в масовій культурі, формує саме хибне уявлення: людина *не* походить від сучасних мавп). Тож при роботі з деревами цвяхів і шурупів, печива, інших об'єктів, варто зосередитися на

⁸ Вороненко Т.І. Використання concept maps для екологізації хімії - Підготовка майбутнього вчителя хімії до впровадження Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції / За заг. ред. О.А. Блажка. – Вінниця:ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 148 с.

пошукуі саме можливих «спільних предків», а далі розглядати, за якими напрямками йшла еволюція в кожній з «гілок».

«Філогенетичне дерево цвяхів і шурупів/печива/шишок голонасінних»

Три блоки об'єктів, які можна використати для побудови «філогенетичних» дерев: шурупи та цвяхи, шишки різних голонасінних (із шишкоягодами включно), печиво. За наявності можна обрати й інші об'єкти: значення має приблизно однакова кількість об'єктів у кожній групі та можливість дихотомічної класифікації.

Печиво бажано обирати так, щоб були різні ознаки: не тільки форма, але й особливості тіста, наявність посипок тощо. Також можна замінити печиво на готові макаронні вироби різної форми та розмірів (прямі, як от спагетті чи макарони, дрібні різної форми – «равлики», «літери» та ін., включно з листками для лазаньї).⁹

Шишки голонасінних краще обирати реальні, але в разі неможливості можна замінити набором зображень.

Спільне запитання:

«1. Для запропонованих об'єктів побудуйте можливе філогенетичне дерево. Зобразіть його.

2. Вкажіть найбільш важливі «еволюційні» події на цьому філогенетичному дереві. З виникненням яких ознак вони пов'язані».

Варто вказати, що в цій роботі можливо декілька різних, цілком правдоподібних варіантів побудови дерев, тож варто звернути увагу учнів/учениць саме на обґрунтування своїх міркувань, на напрямки можливої «еволюції» ознак (у випадку з голонасінними не варто відкидати можливість

⁹ Наведемо писання на джерела інформації, вчительські розробки уроків тощо:

Barker J., Philip J. Phylogenetics of man-made objects: simulating evolution in the classroom // Science in School, № 27, лето 2013 г.

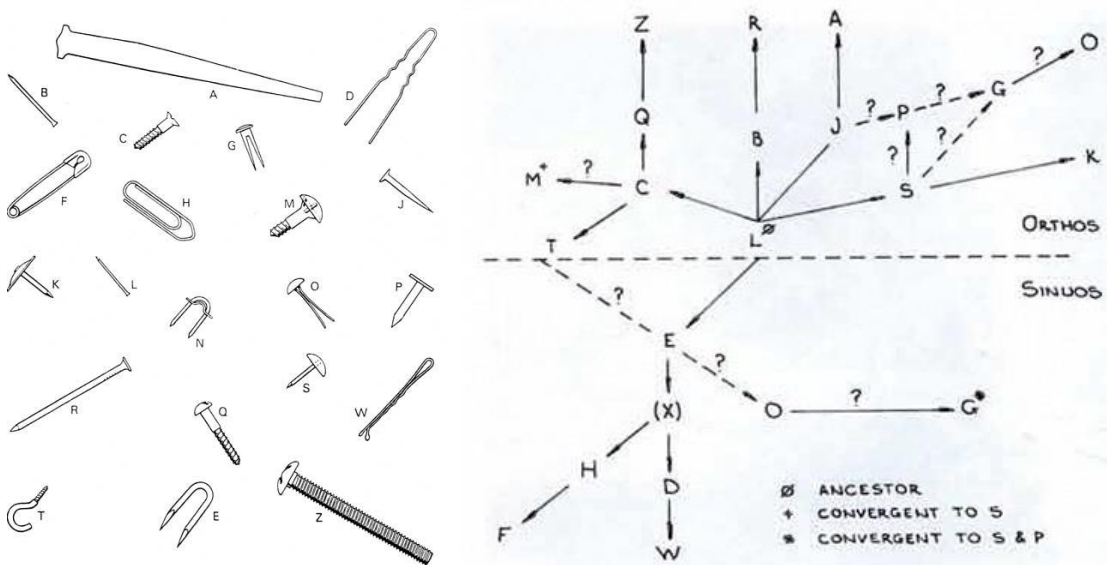
Barker J. A. (1984) Simulating evolution // Journal of Biological Education 18(1): 13–15. (отсюда задание с крепежом и дерево к нему).

Clary R., Wandersee J. Classification. Putting everything in its place // The Science Teacher, Vol. 80, No. 9, December 2013, p. 31-36.

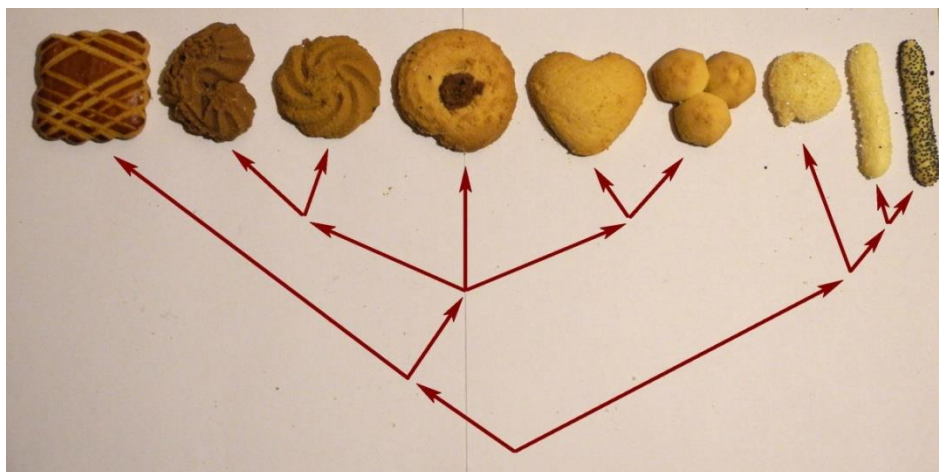
Kozlowski C. (2010) Bioinformatics with pen and paper: building a phylogenetic tree // Science in School № 17, зима 2011, с. 28-33.

незалежного паралельного формування схожих ознак у відносно неспоріднених груп рослин).

Приклад філогенетичного дерева різних засобів з'єднання нижче наведено за статтею



Зокрема, для печива «Харківський сувенір» можна побудувати таку філогенію:



А це – приклад помилкового дерева:



«Дві схеми антропогенезу»

«1. Порівняйте дві схеми антропогенезу. Які переваги та недоліки кожної зі схем?»

2. Перерахуйте викопних людей, які були безпосередніми предками людини сучасного типу. За якою зі схем ви це зробили? Чи є розбіжності між схемами в цьому питанні?»

В цій роботі варто звернути увагу на опис моделі: один з пунктів цього опису відіграє дуже суттєву роль (можна не називати його вголос, але це *мета моделювання* – дерева відрізняються перш за все саме за метою створення)

Тема 2. Обмін речовин і перетворення енергії (орієнтовно 5 год.)

В цій темі три блоки моделей: моделювання білків, моделювання нуклеїнових кислот та моделі біологічних процесів.

Тривимірні комп'ютерні моделі і візуалізація молекул

Два найважливіших відкриття, зроблених в галузі молекулярної біології в середині ХХ століття, були б неможливі без молекулярних моделей. Обмежимося коротким викладом найбільш важливих моментів.

Для встановлення принципів просторової організації дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК) Джеймс Уотсон Дью і Френсіс Крік,

пояснюючи отримані Морісом Вілкінсом і Розалінд Френклін картини дифракції рентгенівських променів на зразках ДНК, звернулися до молекулярних моделей. Саме «фізичні» моделі поряд з гіпотезою про просторове розташування нуклеотидів, компліментарність, дозволили отримати несуперечливу модель організації ДНК, що відповідала експериментальним даним і увійшла сьогодні в усі шкільні підручники. У своїй роботі Уотсон і Крік використовували «дротові» моделі, в яких атоми представлені кульками маленького радіусу, а для представлення зв'язків використовуються відрізки мідного дроту (в сучасних програмах-візуалізаторах молекул цей спосіб відображення структури називається "wireframe"). (За схожим принципом розроблені шкільні конструктори для моделювання молекул в органічній хімії, з дещо більшими кулями-атомами і гнучкими пластиковими паличками-зв'язками; в візуалізаторах вона називається "ball and stick".) Хоча «дротова» модель не показує розміри атомів в молекулах, вона дозволяє наочно представити елементи структурної організації молекули біополімеру.

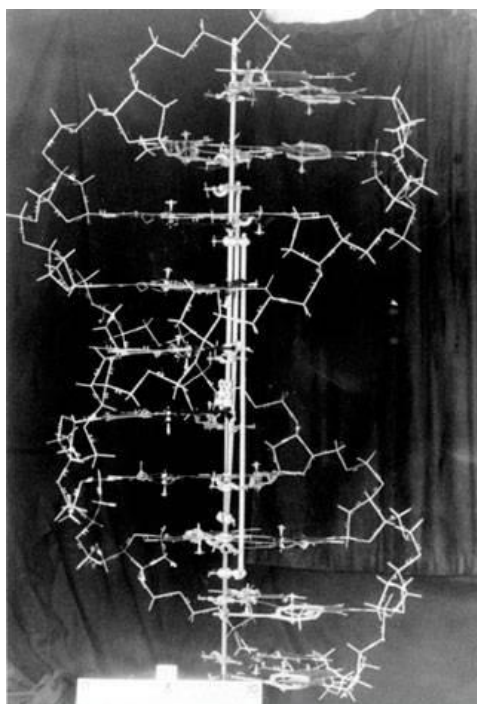


Рис. 3.1. Модель подвійної спіралі ДНК, використана Дж. Уотсоном і Ф. Кріком (ліворуч, зображення з архівів лабораторії Колд Спрінг Харбор) і Джеймс Уотсон з моделлю ДНК (праворуч).

Встановлення принципів просторової організації білків, пов'язане з роботами одного з «батьків-засновників» молекулярної біології, Лайнуса Полінга. Працюючи спільно з Робертом Корі, Полінг відкрив один з найпоширеніших варіантів вторинної структури поліпептидного ланцюга – α -спіралі. І в цьому відкритті велику роль зіграв молекулярний конструктор - модель макромолекули, яка збирається з окремих атомів. Атоми були виконані в масштабі і заповнювали простір достатньо щільно (рис. 4, див також модель ДНК, що стоїть на столі перед Дж. Уотсоном на рис. 3 праворуч), в сучасних програмах-візуалізаторах молекул цей спосіб відображення структури називається "*spacefill*". Завдяки тому, що в конструкцію моделі були закладені характеристики атомів і зв'язків (довжини і кути зв'язків, можливість / неможливість обертання відносно зв'язків, здатність деяких пар атомів утворювати водневі зв'язки тощо), цей спосіб моделювання дозволив Полінгу визначити особливості структури білків (наприклад, плоску форму пептидного зв'язку) і обмеження на її можливі варіанти. Результатом стала відома нам α -спіраль: спіральна структура з 3,6 амінокислотних залишків на один виток спіралі, що стабілізується водневими зв'язками між атомами пептидних груп різних рівнів.

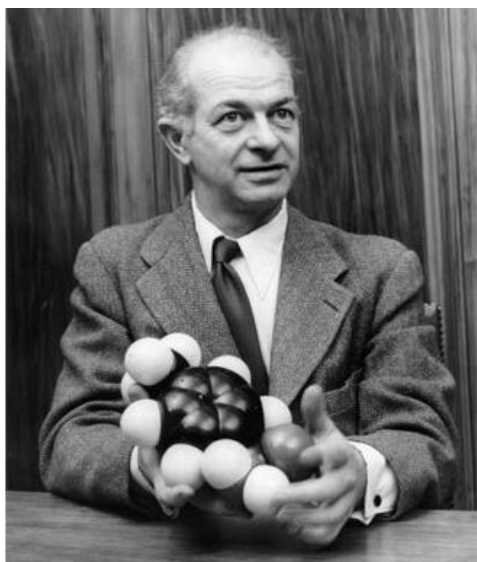


Рис. 3.2. Лайнус Полінг з молекулярної моделлю в руках (модель сульфаніламід, 1954 р.).

Саме на основі моделі, використаної Полінгом і Корі, за участю Уолтера Колтуна були розроблені специфікації для випуску «молекулярного конструктора» і почався промисловий випуск наборів, що дозволяють збирати моделі молекул. Вони отримали назву «Нові моделі атомів по Корі-Полінгом зі з'єднувальними елементами Колтуна», або, коротше, СРК-моделі (Corey-Pauling-Koltun). Ці моделі широко використовувалися до недавнього часу в наукових дослідженнях у викладанні. Одночасно була прийнята схема кольорного позначення атомів, також популярна й дотепер: Карбон – чорний, Нітроген – синій, Гідроген – білий, Оксиген – червоний (схему «зabarвлення» атомів при комп'ютерній візуалізації молекули так і називають: СРК).



Рис. 3.3. Амінокислоти аргінін і тирозин, зібрані з атомів конструктора. Фото автора.

Втім, в практиці вчителя біології моделювання біополімерів залишається непоширеним. Основний недолік молекулярного конструктора, про який йшлося вище – неможливість однаково наочно уявити перехід від первинної і вторинної структури до третинної. Маса окремої моделі амінокислоти досить велика, і модель пептиду з хоча б двох десятків амінокислотних залишків стає надто важкою (не кажучи вже про те, що такі конструктори стали своєрідною історико-науковою рідкістю, майже антикварною дивиною). Тому доводиться шукати більш прості і «бюджетні» рішення. Одним з них є модель з намистин з магнітами, зроблена автором. За

рахунок невеликого діаметра намистин (близько 5 мм – на відміну від двох дюймів, або трохи більше 5 см, в моделі Корі-Полінга) можна отримати модель з декількох десятків амінокислотних залишків. Магнітні вставки (шестигранні призми на фото) дозволяють показати «самоукладку» поліпептиду у вигляді α -спіралі або β -шару. Трудовитрати на її виготовлення - півтора-дві години. (Те, що третинна структура, на відміну від вторинної, стабілізується не взаємодією між *пептидними групами* (магнітами), а між радикалами амінокислот, треба пояснювати, відриваючись від моделі. Іншим недоліком моделі є те, що у намистини один отвір для нитки, що не відповідає розташуванню зв'язків в атомі Карбону в стані sp^3 -гібридації, що може викликати певні труднощі при моделюванні молекул.)

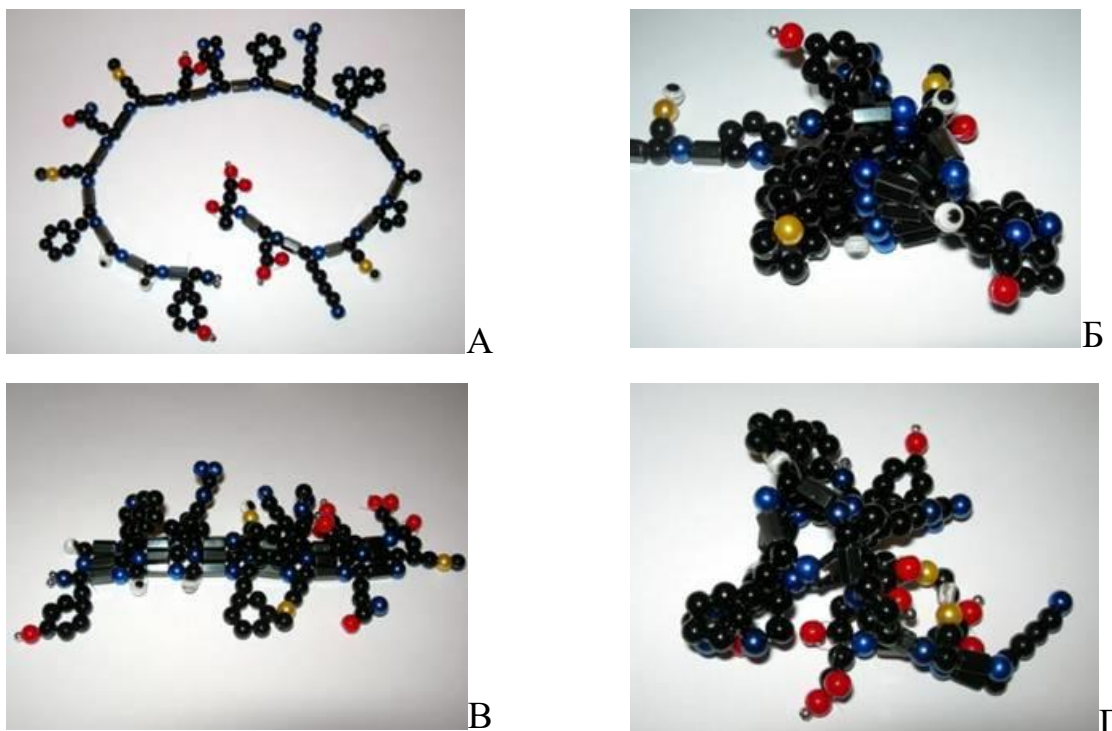


Рис. 3.4. Бісерні поліпептид з магнітними вставками.

А. Первинна структура білка (видно, що полімер складається з *різних* мономерів);

Б. Вторинна структура: α -спіраль (майже коректно - в білку виток спіралі має 3,6 амінокислотних залишку);

В. Вторинна структура: β -складчастий шар;

Г. Третинна структура: комбінація спіральної та складчастої ділянок, що утворює певну просторову конформацію. Фото автора.

В наукових дослідженнях для моделювання взаємодії молекул замість конструкторів використовуються спеціальні програми для квантово-молекулярних розрахунків. Для навчального використання створено кілька програм тривимірного моделювання молекул, так званих 3D-візуалізатори молекул (Molecular Visualization Programs) – програми для перегляду молекулярних моделей. Вони дозволяють роздивитися модель будь-якої біомолекули з різних боків, обертаючи її за допомогою миші, наближаючи або видаляючи, змінити спосіб її відображення (наприклад, розглянути в молекулах білків елементи вторинної та третинної структури, амінокислотний склад, наявність окремих поліпептидних ланцюгів та ін.), виділяти окремі елементи молекул – такі, як активні центри ферментів, небілкові компоненти протеїнів. Однією з найвідоміших і найпопулярніших програм цього класу є програма **RasMol**¹⁰, створена Г.Дж. Бернштейном (Herbert J. Bernstein), США. Моделі молекул для програм-візуалізаторів також можна знайти на ряді сайтів, найбільш масштабним з яких є портал **Міжнародного банку білкових структур The RCSB Protein Data Bank** <http://www.rcsb.org/>. На сайті PDB розміщений графічний каталог найбільш популярних молекул з їх кодами, PDB ID «Molecular Machinery: A Tour of the Protein Data Bank»¹¹, створений Девідом Гудселом.

¹⁰ <http://www.bernstein-plus-sons.com/software/rasmol/doc/rasmol.html>

¹¹ http://www.rcsb.org/pdb/education_discussion/molecule_of_the_month/poster_full.pdf

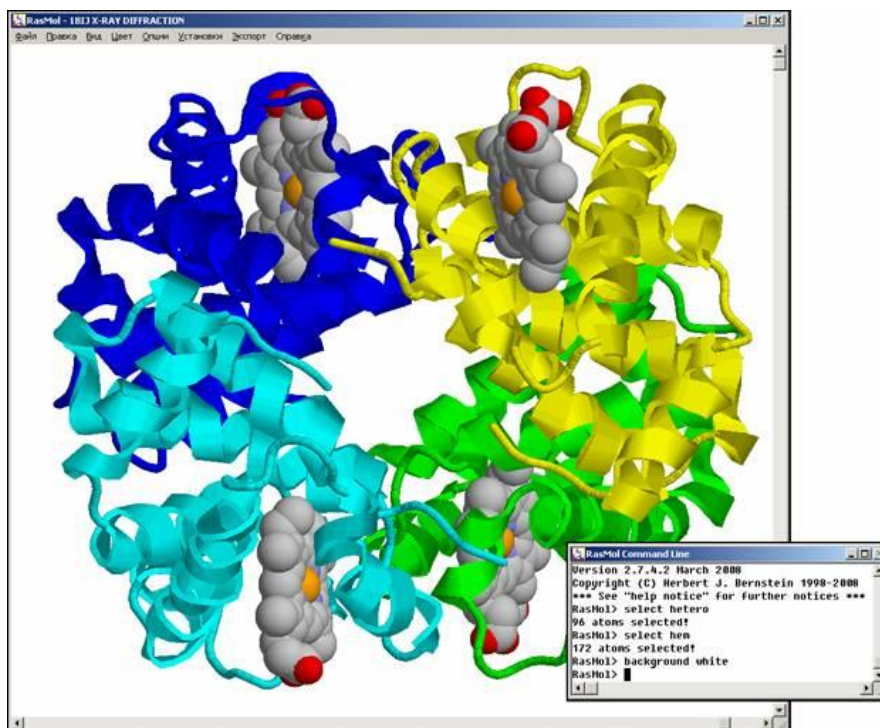


Рис. 3.5. Робоче вікно програми RasMol з командним вікном

На жаль, досвід показує, що комп'ютерної візуалізації недостатньо: пасивне сприйняття тривимірних моделей не може гарантувати розуміння експонованих структур. Тому вважається ефективним створення різних завдань і практикумів, присвячених перекладу комп'ютерної візуалізації в рукодільні, *handmade*. Як приклад можна привести наукові олімпіади з моделювання білків, що проводяться в США. Наприклад, на сайті Science Olympiad Protein Modeling Event (<http://cbm.msoe.edu/stupro/so/TooberFolding.html>) розміщений чудовий набір роликів та інструкцій з моделювання третинної структури білків з використанням пластичної трубки – *toober*.



А



Б

Рис. 3.6. А. Моделювання третинної структури білка за допомогою програми-візуалізатора Jmol.

Б. Клас будує модель пов'язаного з G-білком рецептора. Фото з сайту Міжнародного банку білкових структур The RCSB Protein Data Bank

Просторовим завданням з об'ємними моделями і маніпуляційним іграм в загальноосвітній школі дуже не пощастило. З одного боку, вчителі їх сприймають як розкіш і витратне гаяння часу без особливої користі, а з другого боку - учні, які звикли до логіко-словесної побудови навчання, також схильні сприймати практично будь-яке завдання з просторовими об'єктами як гру (і часом пред'являють претензії - мовляв, нам ЗНО складати, а ми *граємося*). Ця проблема є досить давньою, на відміну від такої: з розвитком комп'ютерної візуалізації у вчителя виникає ілюзія *візуальної зрозумілості*: багато вчителів вірять, що достатньо візуалізувати об'єкт (наприклад, показати на малюнку модель молекули), щоб учні виконали операції, необхідні для відтворення просторових характеристик, в уяві. В умовах, коли «комп'ютерне» за замовчанням вважається передовим, інноваційним, розширювати асортимент маніпуляційних завдань тим більше видається зайвим - недоречними витратами часу і ресурсів. Так принцип наочності входить у суперечність з іншими дидактичними принципами – перш за все, з доступністю й активністю навчання.

Наслідком цього є проблеми з просторовою уявою у багатьох учнів. Проте маніпулювання є дуже важливим компонентом тренування мислення. Стівен Браун в лекції «Гра – це більше ніж забава, це життєва необхідність» каже: «JPL (Лабораторія реактивного руху), про яку ми чули вранці - приголомшливе місце. Вони знайшли двох консультантів, Френка Вілсона і Нейта Джонсона. Френк Уілсон – невропатолог, а Нейт Джонсон – механік. Він викладав механіку старшокласникам у Лонг Біч і виявив, що його учні перестали справлятися з програмою. Він спробував з'ясувати, чому. І самостійно прийшов до висновку, що відстають учні, в яких не виходило, наприклад, ремонтувати машини, які ніколи раніше не працювали руками... А тепер і JPL, і NASA, і Боїнг, коли наймають фахівця-дослідника, навіть якщо претендент з відзнакою закінчив Гарвард або Каліфорнійський технологічний, але жодного разу не полагодив машину, не змайстрував хоч щось своїми руками, «не грав руками», вважають, що він не впорається з дослідницькою роботою.¹²»

Тому використання тривимірних моделей, з якими можна *маніпулювати*, є важливим чинником розвитку учнів/учениць.

1. Тривимірні комп'ютерні моделі білків і візуалізація молекул

«Текст з амінокислот», «Паперові амінокислоти та оцінка молекулярної маси»

«Складіть речення/словосполучення з амінокислот. Оцініть, які властивості матиме утворений пептид. Поясніть, чому.»

«Виріжте амінокислоти та складіть пептид з такою послідовністю амінокислот:

Три-Мет-Іле-Тир-Арг-Гіс

Відомо, що середня молекулярна маса амінокислоти складає приблизно 110 Да. Оцініть, чи буде середня молекулярна маса амінокислот, що входять до складу цього пептиду, більше чи менше від загальної середньої?»

¹² Браун С. Игра — это больше чем забава, это жизненная необходимость // <http://www.ted.com/talks/view/id/483>.

Дві роботи, що спираються на сучасний, майже карикатурний спосіб зображення амінокислот. Втім, для «наочної» оцінки молекулярної маси ця графічна модель є цілком вдалою. Можна скласти за цим принципом декілька різних завдань, які втикористовуватимуть різні амінокислоти у складі пептидів, і отримувати різну відповідь на наведене у роботі запитання.

«Модель молекули гемоглобіну»

«Перейти на сайт Міжнародного банку білкових структур за покликанням <https://www.rcsb.org/structure/1BIJ>

Відкрити сервіс тривимірного моделювання (напис «3D View» в лівій частині екрану під ескізом молекули. Розглянути модель.

Покликання: <https://www.rcsb.org/structure/1BIJ>

Розташуйте молекулу гемоглобіну у вікні **3D View** так, щоб на ній можна було показати білкову та небілкову частини, первинну, вторинну, третинну та четвертинну структури. Зробіть скрін і додайте до нього підписи. Відправте вчителю/вчительці у запропонований спосіб.»

Це завдання раніше було зручно виконувати у спеціальній програмі-візуалізаторі молекул RasMol. Але зараз вона майже не використовується, бо є більш учасні спеціалізовані програми (Chimera – в цій програмі можна навіть зробити експорт у формати, придатні для використання на 3Д-принтерах, і роздрукувати модель молекули на такому принтері) та через наявність онлайн-засобів візуалізації, які не потребують встановлення додаткового програмного забезпечення. Саме використати таку онлайн-програму запропоновано для цієї групи.

«Модель GFP»

«Виріжте і складіть паперову модель зеленого флуоресцентного білка.

Вкажіть, чим схожа і чим відрізняється молекула зеленого флуоресцентного білка від молекули гемоглобіну, яку розглядали в теорії? Чи показує паперова модель цю відмінність?

Інструкція до паперової моделі в папці за QR-кодом.¹³»

¹³ <https://pdb101.rcsb.org/learn/paper-models/green-and-red-fluorescent-proteins>

Дійсно, ця модель відрізняється від поширених моделей, зокрема, гемоглобіну, тим, що утворена не з альфа-спіралей, а з бета-складчастих шарів. Не так багато є глобулярних білків, утворених цим елементом вторинної структури білків. Модель цю відмінність демонструє.

2. Моделювання нуклеїнових кислот

«Масштабна модель ДНК»

«Для масштабних моделей (техніки: літаків, кораблів, автомобілів тощо) прийняті стандартні масштаби моделей (а самі моделі не випадково називають масштабними). Наприклад, моделі бронетехніки виконуються в масштабі 1: 34 або 1: 72. Наприклад, у самохідної артилерійської установки він дорівнює 1: 72, інакше кажучи, деталь моделі довжиною 1 см відповідає деталі реальної установки довжиною 72 см.

У кожному кабінеті біології є масштабна модель молекули ДНК. Знайдіть розгляньте її.

Знайдіть масштаб моделі молекули ДНК, якщо відомо, що крок спіралі, повний оборот якої складається з 10 пар нуклеотидів ДНК, дорівнює 3,4 нм або 34 Ангстрем.

Також перевіримо, чи є модель дійсно масштабною, тобто всі виміри і деталі надано в одному масштабі. Вимірювання Розалінд Франклін і Моріса Уилкінсона, за якими Ф. Крик і Дж. Д. Уотсон побудували модель молекули ДНК, показали, що діаметр спіралі дорівнює 20 А або 2 нм. Чи наведено це вимірювання в моделі у відповідному масштабі?»

Це хороше розрахункове завдання, яке потребує перенесення уявлень про масштаб з інших предметів і повсякденного життя, тож ми залишимо його без прямої відповіді.

«ДНК як орігамі»

Зберіть модель молекули ДНК за схемою¹⁴.

«Запишіть послідовність нуклеотидів цієї молекули в форматі:

¹⁴ www.rcsb.org/pdb/education_discussion/educational_resources/dna-model-2013_2.pdf

Для Ночі науки в Белграді, Сербія, 21 вересня 2011 була зібрана найдовша молекула ДНК – довжиною 247,44 м. Оцініть за фотографією,



скільки в ній (приблизно) тисяч пар нуклеотидів?»

На фото видно, що одна пара нуклеотидів в моделі приблизно дорівнює за шириною трьом суглобам кисті дівчини, яка тримає модель на передньому плані. Вимірявши цю відстань (наприклад, вона оцінена як 5 см), можна знайти загальну кількість тисяч пар нуклеотидів в моделі:

$$24744 \text{ см} : 5 \text{ см} = 4949 \approx 5 \text{ тис. пар нуклеотидів}$$

Конкретне число може відрізнятись в залежності від того, яку ширину оберуть за одиницю учні; важлива правильність міркувань (а також заокруглення відповіді до *тисяч* пар нуклеотидів), а не збіг цифр.

«Транспортна РНК»

Склейте за допомогою прозорої липкої стрічки вторинну структуру т-РНК.

«Присутні в первинній структурі т-РНК паліндромні послідовності нуклеотидів і непаліндромні ділянки обумовлюють вторинну структуру тРНК: з'єднуючись за принципом комплементарності, вони утворюють дволанцюжкові ділянки, і є "черешками" "трилисника".

Яку амінокислоту переносить т-РНК? Спробуйте зібрати третинну структуру т-РНК у вигляді літери Г.»

Це також завдання на непоширений у школі спосіб роботи з моделями (просторове моделювання) у поєднанні з

«Молекула ДНК в рекламі»

«Роздивіться наведені і знайдіть власні приклади використання молекули ДНК в рекламній графіці

Чому зображення молекули ДНК настільки поширене в рекламі? Символом чого вона є?

Чим відрізняється зображення «рекламної ДНК» від зображення молекули ДНК в підручниках?»

При роботі з цими моделями варто знов звернути увагу на мету моделювання: чим відрізняється мета моделювання у рекламі від наукового моделювання? Саме ця відмінність є основою для відповіді. Пошук помилок у рекламі – захопливе зайняття, воно своєю внутрішньою вмотивованістю схоже на гру, але є важливим елементом критичного мислення.

3. Процеси в клітині

Третій блок моделей в темі присвячений різним клітинним процесам: фотосинтезу та біосинтезу білків, а також принципам регуляції клітинних процесів.

Завдання четвертого блоку можна використати як індивідуальне домашнє завдання або як завдання для роботи різних груп за різними способами регуляції генної активності.

«Регуляція рівню глюкози в крові»

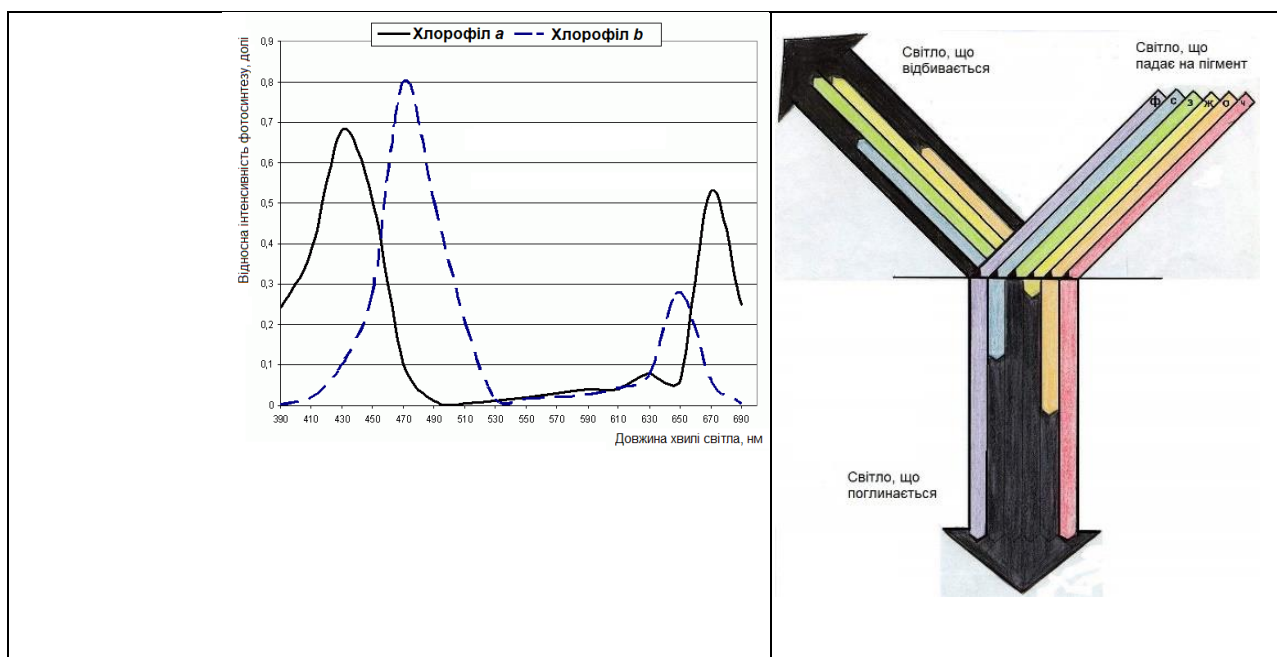
«Увідповідніть картки з описом процесів та номери на схемі регуляції рівню цукру в крові. Розберіть за наведеним принципом якийсь клітинний процес (позначте відповідно позитивні та негативні зворотні зв'язки).»

Правильна відповідь:

1	3	2'	Б	4	Г	6	Е	8	И
2	Д	3	В	5	А	7	Ж		

«Фотосинтетичні пігменти»

«Перебудуйте діаграму поглинання світла хлорофілами *a* і *b* (див. Матеріали до моделі) у схему, на якій показано трьома широкими стрілками, що складаються з 6-7 смуг різного кольору кожна, що відбувається зі світлом, що падає на молекулу пігменту. Проаналізуйте світло, що поглинається, і світло, що поглинається. Чому листки мають зелений колір? На окремому аркуші змалюйте, як може виглядати спектр поглинання хлорофілу *d* червоних водоростей.»



Цей спосіб візуалізації є дуже наочним для відповіді на запитання «Чому листки мають зелений колір?». Якщо зіставити світло, що поглинається, з тим, що має бути відбитим, то стає наочним, що саме в жовто-зеленій частині спектру поглинання найменше.

«Різновиди кодів»

«1. Прочитайте опис деяких різновидів кодів (див. Матеріали до моделі), порівняйте з ними генетичний код, вкажіть, на який з них він найбільш схожий і чому.

2. На планеті N кодон ДНК включає 8 нуклеотидів (чотири пари), а білки складаються з 27 амінокислот. Чи може генетичний код на цій планеті бути дуплетним, тобто кодон включатиме 2 нуклеотиди? Підтвердіть розрахунками.»

Ця робота є міжпредметною, пов'язаною як з інформатикою, так і з елементами математичної компетентності. При аналізі відповідей на перше запитання варто звернути увагу на сталість довжини одиниць коду, кодонів (код Морзе є виключенням) і власне довжину кодонів (від 1 у Конан-Дойля до 8 в байтному коді).

За формулою маємо $2^4=16$ варіантів, цього явно замало для кодування 27 амінокислот.

«Регуляція генної активності у казках»

«Напишіть казку про регуляцію генної активності у клітині (індукція, репресія або регуляція кінцевим продуктом), в якій замість у ролі ділянок генів і білків (та небілкових компонентів) брали б участь казкові персонажі (на ваш вибір). Вкажіть тут, хто яку роль виконує.»

Це відкрите творче завдання, яке варто виносити на домашню роботу. За казками, як не дивно, доволі легко можна зрозуміти, чи розуміють учні/учениці принципи регуляції генної активності.

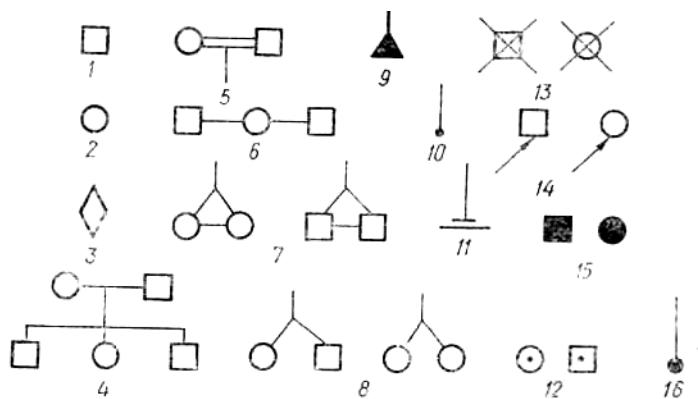
Тема 3. Спадковість і мінливість (орієнтовно 4 год.)

Родоводам був присвячений окремий вебінар/майстер-клас автора «Родоводи від початкової до старшої школи: арт-проект і генетична задача» на платформі Освітнього проекту «На урок», 26 квітня 2021 р., його можна переглянути за покликанням: https://www.youtube.com/watch?v=H_Bk88EqlgM.

1. Родоводи

Генеалогія в широкому розумінні слова — вчення про родоводи¹⁵. *Генеалогічний метод* — метод родоводів, тобто простежування хвороб (чи ознак) у сім'ї чи в роді із зазначенням типу родинного зв'язку між членами родоводу. У медичній генетиці спосіб називають клініко-генеалогічним, оскільки мова йде про спостереження патологічних ознак методами клінічного обстеження. Цей метод складається з складання родоводу і генетичного аналізу.

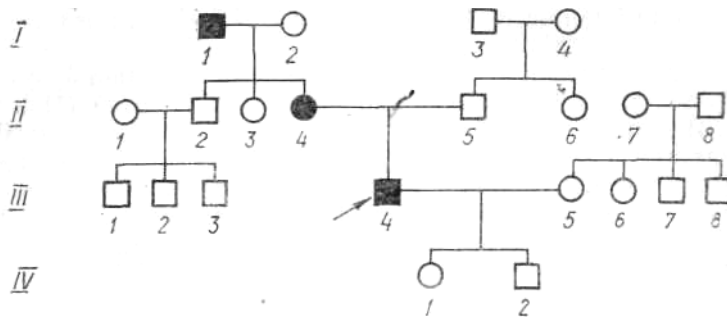
Збирання відомостей про сім'ю починається з пробанда. *Пробандом* називають особу, що першою попала в поле зору дослідника і з якої починають складати родовід. Рідні брати і сестри пробанда називаються *сібсами*. Для зображення родоводу користуються символами.



Стандартні позначення на родоводах (за М. П. Бочковим та співавт., 1984): 1 — особа чоловічої статі; 2 — особа жіночої статі; 3 — стать невідома; 4 — шлюб та діти (сибси); 5 — близькоспоріднений шлюб; 6 — двічі в шлюбі; 7 — монозиготні близнята; 8 — дизиготні близнята; 9 — викидень; 10 — аборт; 11 — бездітний шлюб; 12 — носій рецесивного гена; 13 — померлий; 14 — пробанд; 15 — хворий; 16 — мертвонароджений.

Так виглядає родовод сім'ї, в якій зустрічається природжена катаракта:

¹⁵ Цит. за: Збірник задач і вправ з біології: Навч. Посібник /А.Д. Тимченко, Ю.І. Бажора, Л.Г. Кириченко та ін.; За ред. А.Д. Тимченка. — Київ: Вища школа, 1992, 391 с.: іл.



Усіх представників одного покоління позначають умовними символами в одному рядку. Покоління нумерують римськими цифрами зліва зверху вниз. Усіх членів одного покоління нумерують зліва направо арабськими цифрами.

Схема родоvodu обов'язково супроводжується описанням позначок під малюнком – легендою. У легенду включають дані дослідження пробанда, діагноз хвороби, дані особистого огляду лікарем хворих і здорових родичів пробанда і дані, одержані при опитуванні пробанда та його рідних.

У висновку про аналіз родоvodu вказують: 1) чи успадковується ознака, що вивчається; 2) тип успадкування (аутосомно-домінантний, аутосомно-рецесивний або зчеплений із статтю); 3) зиготність пробанда (гомо- або гетерозигота) за даною ознакою; 4) ступінь пенетрантності й експресивності гена, який аналізують.

«Успадкування ознак і родоvodu»

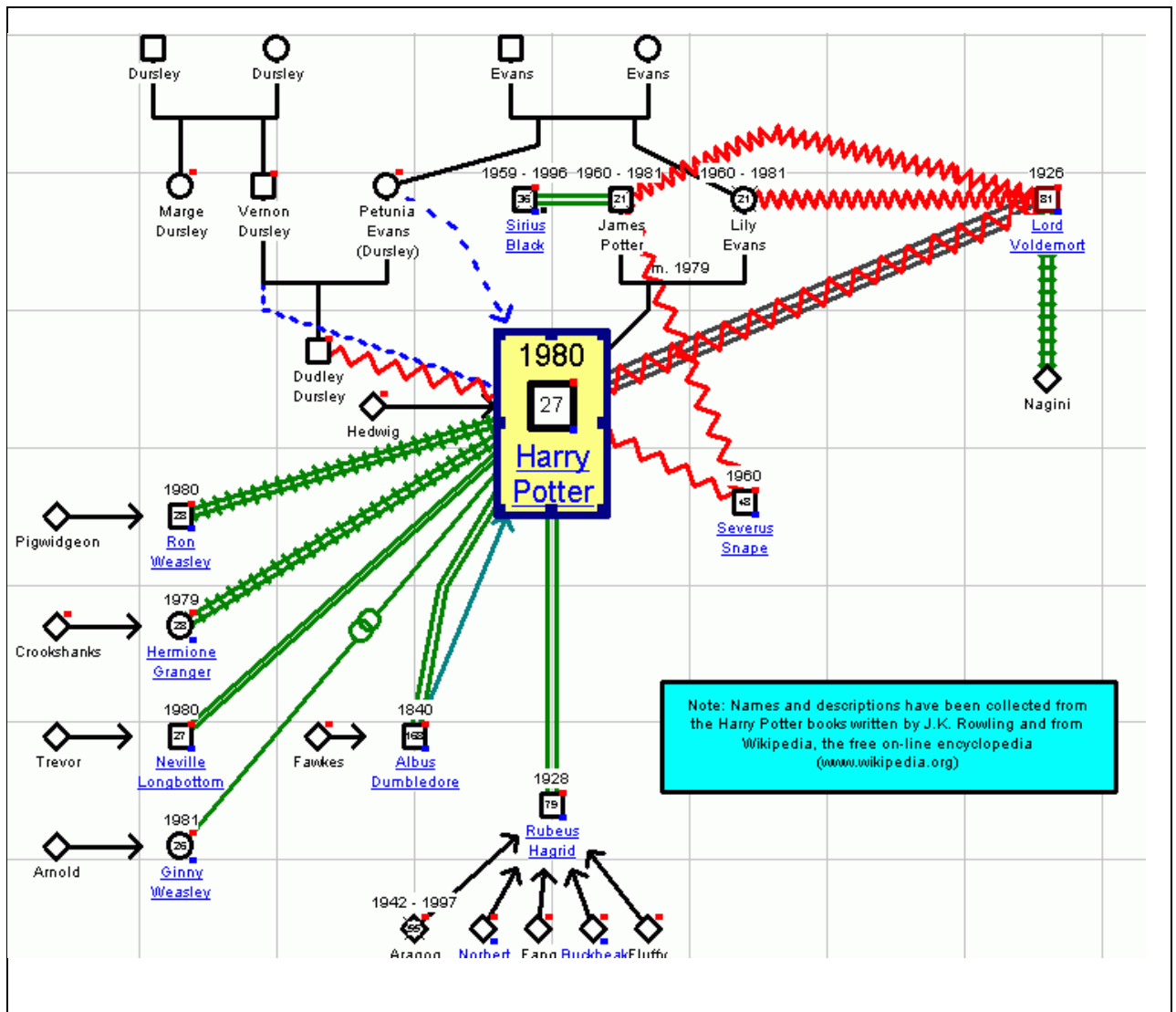
«Адамс запропонував розрізняти **родинні** та **спадкові** хвороби (див. цитату¹⁶). Розгляньте наведені родоводи. Які хвороби показано в кожному випадку – «родинні» чи «спадкові»? Як за сучасною термінологією можна назвати ці варіанти успадкування?»

Під родинними Адамс має на увазі захворювання, які успадковуються як домінантні, під спадковими – ті, що успадковуються як рецесивні.

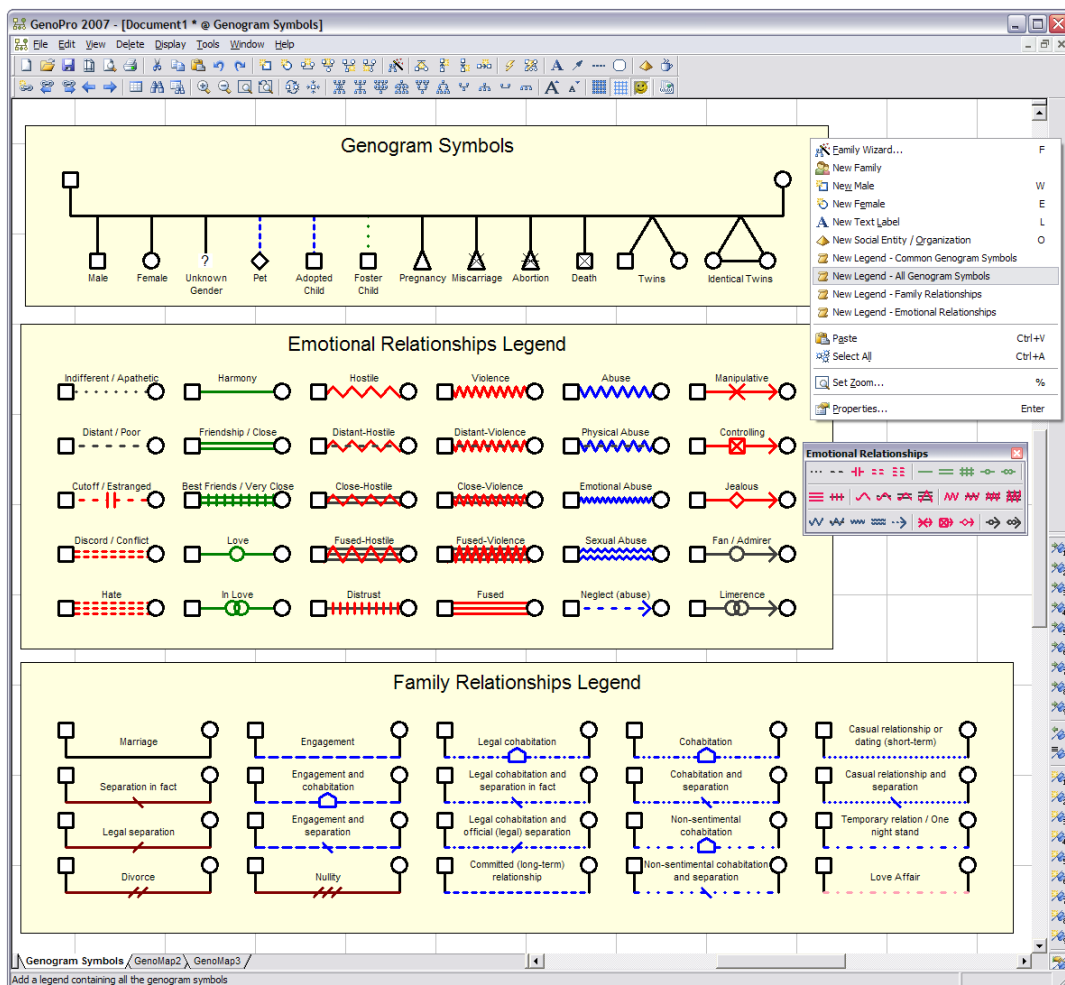
¹⁶ У 1814 році вийшла у світ книга лондонського лікаря Джозефа Адамса «Трактат про передбачувані спадкові властивості хвороб на основі клінічних спостережень». Адамс запропонував розрізняти **родинні** та **спадкові** хвороби. Під **родинними** він розумів такі, що трапляються у родинах, але передача їх не простежується безпосередньо від батьків до нащадків. Йдеться про випадки, коли у здорових батьків народжуються діти, які мають захворювання; та є члени родини із захворюваннями в інших «відгалуженнях» родини. **Спадковими** хворобами Адамс називав такі, що явно передаються від батьків дітям.

«Родовід Гаррі Поттера та моделювання відносин»

«Деякі програми для моделювання родоводів (зокрема GenoPro 2020 <https://genopro.com/>) дозволяють показувати на родоводах не тільки родинні («кровні») відносини, але й соціальні стосунки. Розгляньте родовід Гаррі Поттера за серією книг. Дж. Роулінг і вкажіть, які типи ліній що позначають (укладіть легенду до цього родоводу).»



Повний перелік позначень програми GenoPro можна знайти за покликанням <https://genopro.com/screenshots/Genogram-Symbols.png>; хоча не варто спрямовувати учнів одразу на пошук «читерського» рішення – їм буде цікаво *розкодувати* символіку програми власноруч, спираючись на добре відоме літературне джерело.



«Дерево Ісєєя і сучасні дослідження геномів»

«На буквиці Лондонської Біблії, вітражі у Шартрському соборі та у багатьох інших джерелах показано Дерево Ісєєя – родовід Ісуса Христа, починаючи від Ісєєя, батька царя Давида.

На цих родоводах зазвичай показано тільки чоловіків. Чому? Як (дослідженням яких послідовностей нуклеїнових кислот) можна побудувати родовід за предками-чоловіками? Жінками? Які найбільш відомі результати досліджень цих послідовностей?»

Єєє на перше запитання учні складуть доволі легко, друге запитання апелює до досліджень «Мітохондріальної Єєє» та «Y-хромосомного Адама», перша є більш відомою і більш надійною моделлю реконструкції філогенезу певної систематичної групи.

«Родоводи коней»

«Чому родоводи коней досліджують так саме докладно, як і людей? Для яких інших об'єктів застосовують генеалогічний метод?»

Це питання не стільки компетентнісне, скільки знаннєве: треба пояснити, чим схожі люди та коні як об'єкти генетичних досліджень.

2. Моделювання популяцій

«Другий блок моделей є спільним для всіх груп за принципом роботи: це створення, представлення та розв'язання задач з генетики популяцій з використанням шашок або інших дисків різних кольорів, де кожен колір позначає тип алелі. Через те, що організми диплоїдні, кожен організм несе два алелі – тобто шашки, покладені одна на одну. В базовому варіанті моделюється повне домінування одного алелі над іншим: домінантний алель кладеться згори на рецесивний. При погляді згори ми бачимо фенотипи (і можемо порахувати частоти фенотипів). При погляді збоку бачимо всі алелі, і можемо порахувати частоти алелей.

За великої кількості шашок генетичну структуру популяцій можна моделювати, витягаючи пари алелей з непрозорого мішечка з шашками і розраховуючи потім характеристики популяції (частоти алелей та фенотипів), а також перевіряючи, чи виконується рівняння Харді-Вайнберга».

Цю роботу дійсно варто виконати на шашках чи аналогічних фізичних об'єктах: кубиках ЛЕГО™, кубиках від настільних ігор («Пандемія», «Каркассон» та ін.).

За певної «витонченості» можна моделювати частоти алелей і фенотипів істинно зчеплених зі статтю ознак (у гетерогаметної статі буде тільки один алель, а Y-хромосома - прозора), множинний алелізм з послідовним домінуванням або кодомінування, неповне домінування (один) так далі.

Тема 4. Репродукція та розвиток (орієнтовно 2 год.)

Стрічки часу

Робота зі стрічкою (лінією) часу належить до традиційних прийомів формування хронологічних уявлень та вмій поряд зі складання хронологічних та синхроністичних таблиць. «Цей засіб наочного навчання дає змогу формувати уявлення про лінійність, незворотність часу, різні категорії часу (століття, тисячоліття, еру) за допомогою графічних образів. Він дає можливість проілюструвати поняття послідовності та тривалості історичних подій і процесів конкретними графічними зображеннями.»¹⁷ Стрічки часу (так само, як і ментальні мапи, *mind maps*) широко використовуються в електронних підручниках як окремий тип інтерактивних моделей. Є також декілька онлайн-сервісів зі створення стрічок часу (наприклад, Dipity <http://www.dipity.com/>, Timetoast <http://www.timetoast.com/>, Timerime <http://www.timerime.com/>). Тож не дивно, що сучасні підручники з природничих дисциплін використовують стрічки часу в якості ілюстративних графічних моделей.

Як вже зазначалося, основна проблема, з якою стикаються люди при роботі з хронологічними даними і стрічками часу як їх графічним або реальним (фізичним) втіленням, пов'язана з тим, що в ментальній моделі простору-часу, властивій людині, поняття часової шкали не закріплено. Внаслідок цього за стрічку часу за замовчуванням приймається просто послідовність подій, а не їхнє розташування з певними проміжками, пропорційними відображуваним інтервалах часу. (Співвідношення між собою подій, зазначених в різних ментальних хронологічних послідовностях, являє собою зовсім складну задачу.) Тому одним з головних критеріїв успіху в роботах з такими даними є саме створення часової шкали. При цьому необхідно, щоб ця шкала мала початок в конкретний історичний момент часу

¹⁷ Власов В. С. Прийоми формування хронологічного складника історичної предметної компетентності учнів основної школи / В. С. Власов // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2016 рік. – К. : Інститут педагогіки, 2016. – 260 с. – С. 127–128.

і кінець (зазвичай в сьогоднішній день, але не обов'язково). Наступним кроком є чітке розділення часового відрізка на проміжки, що відповідають обраному масштабу представлення часу (мільярди та мільйони років для геохронологічної шкали, тисячоліття і століття для розвитку природничо-наукових знань тощо). Лише після цього можна приступати до розташування подій з урахуванням цієї шкали.

Основним дидактично виправданим варіантом реалізації стрічки часу в основній школі автори вважають саме створення реальної (об'ємної) моделі: розташованої у просторі класної кімнати стрічки або мотузки, до якої прикріплюються картки певних подій. З'ясовано, що суттєві ознаки і зв'язки, зафіксовано в моделі, стають наочними для учнів лише тоді, коли були виокремлені ними самими в їх особистих діях, коли вони самі брали участь у створенні моделі.



Рис. 3.7. Учні створюють стрічку часу з еволюційними подіями

Деякі настільні ігри також можна вважати графічним варіантом реалізації стрічки часу¹⁸. Базовий варіант такої гри – ігрове поле з траєкторією покрокових переходів та гральний кубик як генератор числа переходів. Наприклад, «Evolve or Perish» («Розвивайся або вимирай») – настільна гра з кубиками, яка опублікована на сайті Смітсонівського Національного музею історії природи NMNH <http://www.mnh.si.edu/>. Вона цілком підходить для запам'ятовування етапів розвитку життя на Землі, ер і періодів, в основній школі, при вивченні біології рослин і тварин, і дуже нетривіально намальована художником-ілюстратором Hannah Bonner¹⁹.

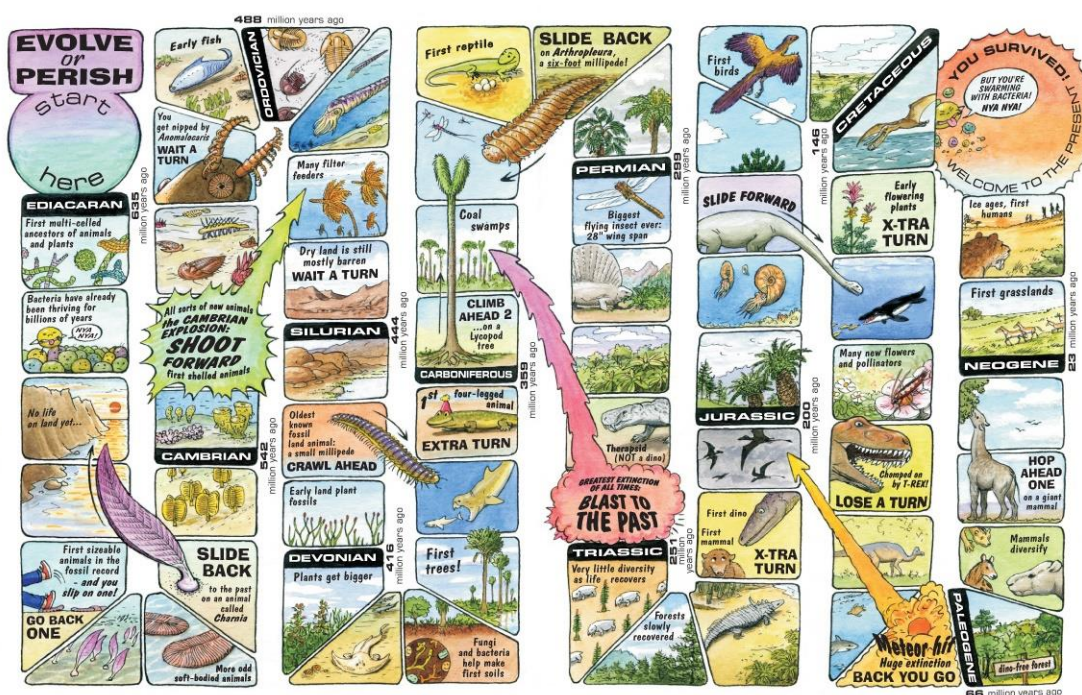


Рис. 3.8. Ігрове поле гри "Evolve or Perish"

Вербальні моделі можуть бути також реалізовані у вигляді таблиць із текстами, в стовпчиках якої порівнюються різні процеси або явища, що відбувалися в той самий час з різними об'єктами (так звані синхроністичні таблиці²⁰). Дидактична мета синхроністичних таблиць полягає в інтеграції

¹⁸ Козленко О.Г. Настільні ігри з науковою основою (science-based games) // Біологія і хімія в школі, 2011, № 4, С. 20-22, №5, С. 22-25.

¹⁹ ETE game: Evolve or Perish // Режим доступу: http://www.mnh.si.edu/ete/ETE_Education&Outreach_Game.html

²⁰ Величко Л. П. Видатні відкриття в хімії / Л. П. Величко, // Біологія і хімія в школі, 2000, № 4, С. 31–35.

знань, здобутих учнями під час вивчення окремих предметів шкільної програми, унаочненні процесів розвитку науки та культури²¹, але можливі й більш прагматичні синхроністичні таблиці, зокрема, усинхронити події зародкового розвитку, що стосуються різних систем органів. За синхроністичними таблицями також можна створити набори карток для візуалізації та наочного представлення пов'язаних подій у різних галузях науки та культури.

«Настільна гра про розвиток людини»

«Завдання: створіть власну настільну гру, використовуючи зображення різних етапів ембріогенезу, та покажіть зокрема критичні періоди (за посиланням є добірка зображень, що відповідають тижням розвитку дитини). Бажано супроводити етапи дотепними коментарями та підписати, які суттєві зміни із зародком відбулися».

Повний набір карток для стрічки часу наведений за покликанням, тож можна не зосереджуватися на наочності, а докластися до представлення критичних періодів ембріогенезу у вигляді «змій», що йдуть униз (та й певні «драбини», що йдуть угору, скорочуючи час вагітності – але варто точно вказати, куди саме вони мають вести та чи справді це «драбини», а не «змії»).

«Динаміка внутрішньоутробного розвитку»

«За даними таблиці (див. Матеріали до моделі) побудуйте узгоджену діаграму за основною та допоміжною осями, щоб показати, як змінюється зріст та маса тіла зародка/плода протягом внутрішньоутробного розвитку.

Поясніть, чому швидкість росту неоднакова в різні періоди ембріогенезу.»

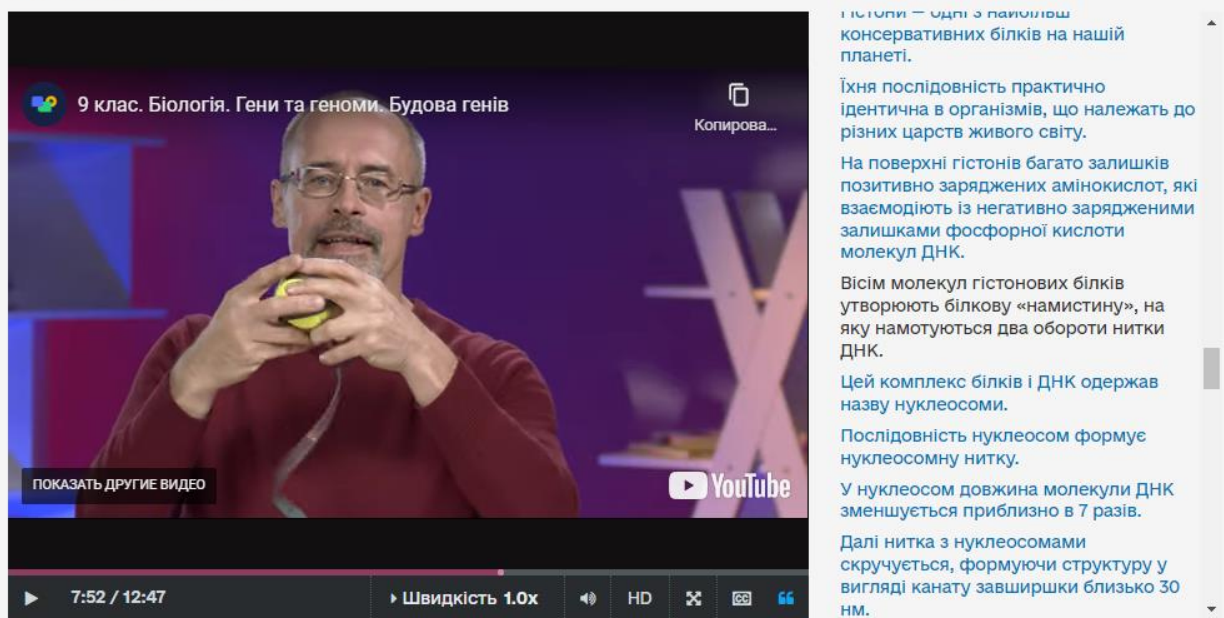
Підказка. Цю задачу легше виконати спочатку не в середовищі електронних таблиць, а на аркуші паперу в клітинку чи міліметрового паперу, а вже після того, як досягнуто узгодженість за основною і

²¹ Величко Л. П., Демиденко Н. В., Козленко О. Г., Малієнко Ю. Б., Мельник Ю. С., Надтока О. Ф. Синхроністична таблиця як засіб інтегрування знань із природничих предметів / Л. П. Величко, Н. В. Демиденко, О. Г. Козленко, Ю. Б. Малієнко, Ю. С. Мельник, О. Ф. Надтока // Український педагогічний журнал, 2016, № 3, С. 132-134, 141-147.

допоміжною осями, можна спробувати перейти до побудови графіків у середовищі електронних таблиць.

Дві роботи присвячені організації генетичного матеріалу в клітині. В якості теоретичного матеріалу та розгляду унаочнення можна звернутися до

Навчальне відео



гістони — одні з найдовших консервативних білків на нашій планеті.

Їхня послідовність практично ідентична в організмів, що належать до різних царств живого світу.

На поверхні гістонів багато залишків позитивно заряджених амінокислот, які взаємодіють із негативно зарядженими залишками фосфорної кислоти молекул ДНК.

Вісім молекул гістонових білків утворюють білкову «намистину», на яку намотуються два обороти нитки ДНК.

Цей комплекс білків і ДНК одержав назву нуклеосоми.

Послідовність нуклеосом формує нуклеосомну нитку.

У нуклеосом довжина молекули ДНК зменшується приблизно в 7 разів.

Далі нитка з нуклеосомами скручується, формуючи структуру у вигляді канату завширшки близько 30 нм.

уроку ВШО-2.0 Біологія, 9 клас, тема 5, урок 1. «Гени та геноми. Будова генів та основні компоненти геномів про- та еукаріотів»²².

«Линва та хромосоми»

«В який спосіб (способи) можна зробити так, щоб линва не заплутувалася?

Як клітина запобігає заплутуванню ДНК при формуванні хромосом?»

В цій моделі основну увагу зосереджено саме на способах компактизації спадкового матеріалу і запобіганню випадковому заплутуванню.

«Модель нуклеосоми»

«Виріжте і складіть модель нуклеосоми.

Оцініть, чи суттєво скорочується довжина ділянки ДНК після утворення нуклеосоми. Розрахуйте, у скільки разів».

²² <https://lms.e-school.net.ua/courses/course-v1:UIED+Biology-9th-grade+2020/courseware/9a672ab75af04cfabc12da348cad955d/1ee9da8493124f5a890dd08760a8c0b4/>

Сенс роботи – в порівнянні першого рівню компактизації та укладання ДНК в клітині на гістонових глобулах, та у паперовій моделі.

11 клас (17 годин, 0,5 год. на тиждень)

Тема 5. Адаптації (орієнтовно 3 год.)

В цій темі два блоки – один присвячений добірці моделей адаптацій, зокрема, алгоритму Цицерона. Друга частина блоку – моделювання *генетичного алгоритму* на прикладі формування адаптацій тварин до фотосинтезу. В цій частині всі групи працюють над однаковим завданням за правилами, описаними нижче та в методичних рекомендаціях до курсу.

Один з напрямків роботи з вербальними моделями – робота з поняттями за певними вербальними алгоритмами. Формування понять в біології має велике значення, але зазвичай йдеться про засвоєння понять та їхнє певне застосування, а не роботу з поняттями як вербальними моделями, побудованими за певними принципами. За класичним визначенням А. Усової: «Поняття – це складна логічна і гносеологічна категорія. Це результат деякого етапу в розвитку наших знань про ті або інші об'єкти матеріального світу. Після виникнення поняття вже само стає об'єктом пізнання. Разом з тим поняття – одна з форм мислення: в цьому сенсі воно виступає як засіб пізнання»²³. Роботі з поняттями присвячено декілька цікавих посібників, зокрема, роботу за алгоритмами та формування причинно-наслідкових зв'язків описано в збірнику психолога з Є. В. Заїки²⁴.

1. Моделі адаптацій

«Алгоритм Цицерона і визначення адаптації»

«Один із найкращих способів побудови визначень був запропонований давньоримським оратором Цицероном. Він вважав, що правильно

²³ Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения / А. В. Усова. – М. : Педагогика, 1986. – 176 с., с. 11.

²⁴ Упражнения для развития мышления, воображения и памяти школьников: Учебно-методические материалы по возрастной и педагогической психологии для студентов педагогических отделений ХГУ / Сост. Е.В.Заика. - Харьков: ХГУ, 1992. - 52 с.

побудована промова містить відповідь на кілька ключових запитань: **Що (хто)? Як? Коли? Де? Чим? Навіщо? Чому?**

Сформулюйте визначення поняття «Адаптація», для цього розставте у першому стовпчику записування за алгоритмом Цицерона, а в другому – впишіть елементи визначення так, щоб вони утворили зв'язний текст.

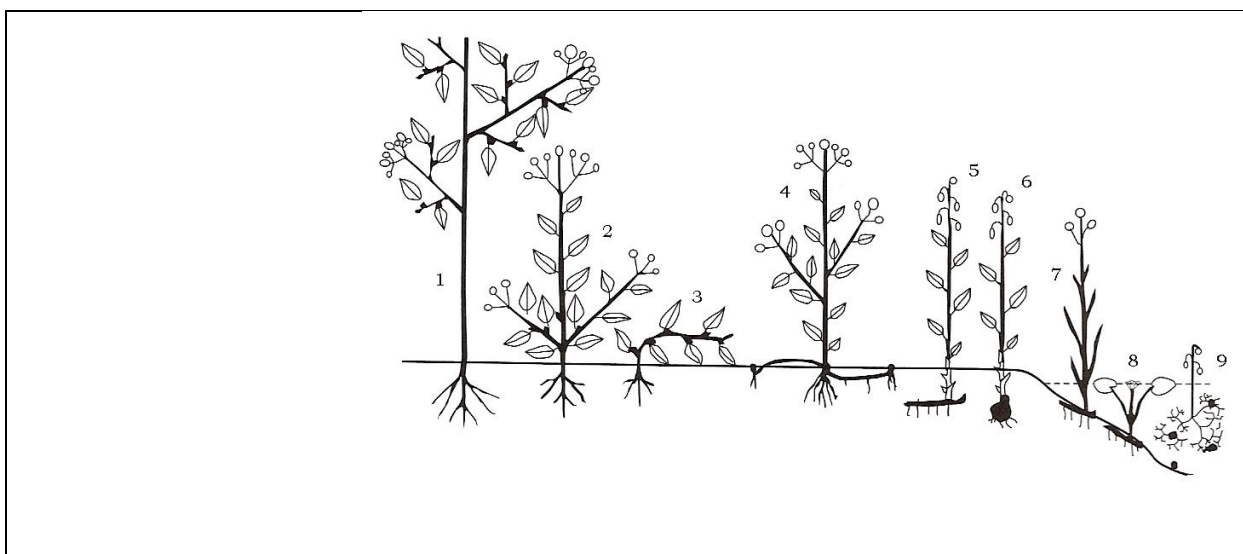
Які побутові відтінки значення терміну увійшли в це визначення, а які – ні?»

Алгоритм Цицерона є доволі вдалим способом побудови визначень (або аналізу понять за окремими елементами цього алгоритму), тому використати його для визначення одного поняття – лише один з елементів роботи з вказаним алгоритмом. Варто використати цей алгоритм як елемент спільної роботи (наприклад, сформулювати разом за ним визначення якогось побутового поняття, наприклад, «Дірка»). Особливо цікавим є визначення багатозначних слів або понять з кількома різними значеннями, як в цьому випадку.

«Система життєвих форм Раункієра»

«Подайте інформацію про життєві форми рослин за Раункієром у вигляді інших форм унаочнення знань.

Чи можна порівняти способи переживання несприятливих умов тваринами (зокрема, зимові умови з низькими температурами) з класифікацією життєвих форм рослин? Наведіть приклади.»



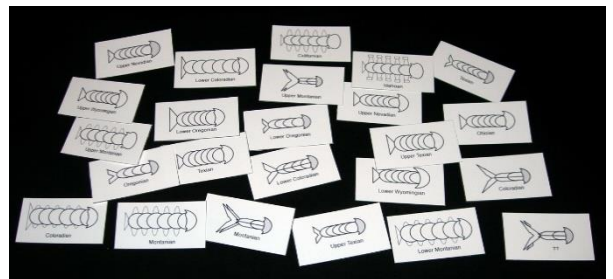
Класифікація життєвих форм рослин (за Раункієром): 1 – фанерофіти, 2-3 – хамефіти, 4 – гемікриптофіти, 5-9 – криптофіти, 5-6 – геофіти, 7 – гелофіти, 8-9 – гідрофіти.

Наведена графічна реалізація класифікації життєвих форм за Раункієром є дуже вдалою, вона показує розташування точок відновлення як приклади різних стратегій переживання несприятливих умов (хоча на ній не показано однолітні рослини, які переживають несприятливі умови у вигляді насінин).

Саме спосіб адаптуватися до несприятливих умов – ухилятися від проблеми або витримувати низькі температури – є спільними для всіх живих організмів, зокрема тварин (в яких є й недосяжні для рослин способи дій – міграції, наприклад). Тож можна наводити приклади тварин різних систематичних груп, які зимують як криптофіти, гідрофіти або фанерофіти тощо.

«Викопні форми та пристосування»

«Розташуйте викопні рештки хробаків, які жили в давні геологічні епохи (від Поліського періоду, найдавнішого, до Луганського). Вкажіть правильну послідовність періодів (назви періодів вигадані!).»



До якого періоду належить істота, позначено «?»

Адаптаціями до яких умов життя можна пояснити галуження еволюційного дерева хробачків?»

Знайти відповіді на перше запитання доволі нескладно (але варто урозуміти, які шари старіші – верхньополтавські чи нижньополтавські (верхньодевонські чи нижньодевонські), але це можна зробити не тільки логічно, але й за самими об'єктами дослідження.

Найцікавіше завдання – саме з'ясування того, адаптаціями до яких умов життя можна пояснити галуження еволюційного дерева викопних

тварин. Відмінність між двома еволюційними лініями може бути пов'язана з тим, що одна з ліній продовжила вести придонний спосіб життя, а друга – перейшла до активного плавання у товщі води.

«Приклади адаптацій у С. Лема»

«Прочитайте фрагмент оповідання Станіслава Лема «Рятуймо космос!». Яку головну думку проводить автор? Як обраний автором жанр та стиль оповідання пов'язані з нею?

Наведіть приклади адаптацій у земних організмів, схожих на описані в оповіданні.»

Найцікавіший компетентнісний складник цього завдання – саме аналіз жанру та стилю оповідання. Такі завдання є доволі нечисленними в природничо-науковому контексті, тому для роботи взято доволі довгий фрагмент оповідання. Зрозуміло, що Лем пародіює природоохоронні памфлети та статті, втім, залишаючи спільний з ними вектор – пояснення проблем зникнення певних видів саме природою людини, зокрема безпосереднім винищенням окремих представників.

2. Адаптації тварин при переході до фотосинтезу: генетичний консиліум

Вдалий прийом активізації навчання – перетворення учнів/учениць на експертів/експерток, які здійснюють взаємооцінювання (робіт). Експертні процедури виділяються на два типи:

1) процедура з особистими контактами між експертами (традиційна “дискусія за круглим столом” – метод комісій, методи суду, мозкового штурму, експерт-семінар²⁵ та інших.). У ході дискусії експерт має можливість неодноразово висловлювати судження, враховуючи погляди інших учасників (діє перманентний та неконтрольований зворотний зв'язок). Прямі контакти експертів часто призводять до проявів конформізму з боку експертів, які приєднують свої думки до більш компетентних і авторитетних експертів навіть за наявності протилежної власної точки зору.

²⁵ Козленко А.Г. Експерт-семінар // Биология в школе, 1996, № 5, з. 43-44.

2) багатотурові (ітеративні) процедури без особистих контактів з контрольованим зворотним зв'язком (метод Делфі, генетичний консиліум). Експерти ізольовані один від одного, а процедура реалізується за кілька розділених у часі турів (ітерацій). На кожному турі експерт отримує зворотний зв'язок знеособлену інформацію про судження інших членів групи (часто виражену кількісно). Як правило, достатньо трьох-чотирьох етапів для отримання добре узгоджених оцінок експертів.

Одним із ітеративних напрямків розв'язання проблем є **еволюційний менеджмент** – технологія вирішення оптимізаційних завдань та колективного прийняття рішень на основі генетичних алгоритмів. Класична схема генетичних алгоритмів – розмноження, мутації, відбір – у конкретних освітньому застосуванні дістала назву **генетичного консиліуму (ГК)**²⁶. «ГК – це спосіб організації колективної роботи людей, які працюють спільно над єдиним проектом із заздалегідь заданою метою за правилами, заснованими на принципах класичного генетичного алгоритму та сформульованих у вигляді чітких чи нечітких інструкцій організації індивідуальної роботи учасників проекту та їхньої взаємодії. Колективний інтелект за допомогою методу генетичного консиліуму генерує нові ідеї, комбінує їх та залишає в проекті найкращі з них, дає експертну оцінку кожного варіанту та дозволяє оцінити внесок кожного учасника (групи) як генератора ідей, “комбінатора” чи експерта, виставляючи їм відповідні рейтинги.

Хоча технологія в чомусь подібна до методу мозкового штурму Осборна, є ряд істотних відмінностей:

²⁶ Протасов В.І., Вітиска Н.І., Михайлов Л.В., Марухіна М.В. Оцінювання знань студентів під час використання методу генетичного консиліуму. - Актуальні проблеми соціальної роботи, економіки, освіти та культури / за ред. В.С. Кукушина. Ростов-на-Дону. Новий бізнес, 2006, с.128-132. також <http://www.keldysh.ru/pages/BioCyber/RT/Protasov.htm>, <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4468.html>, <http://www.altruism.ua:8080/sengine.cgi/5/7/8/12/42>.

	Мозковий штурм (Ю. Осборн)	Генетичні алгоритми (В.І. Протасов із співавт.)
Роль модератора під час заняття	Активна, дуже важлива - спрямовує пошук, фактично від таланту модератора залежить успіх процедури	Пасивна, мінімальна – зводиться до перемішування варіантів та їх перерозподілу, може бути повністю автоматизована
Авторство	Усі ідеї позбавляються авторства	Авторство простежується протягом усієї діяльності, авторське право закріплюється
Відбір ідей	Окремо спеціальною групою критиків	Паралельно з генеруванням відповідей, тими самими учасниками
Можливість оцінювання	Низька	Висока, зокрема. різні аспекти: генерування ідей - відбір та оцінка - розвиток ідей
Галузь застосування	Художня творчість (спільне написання сценаріїв), генерування оригінальних рішень	Вирішення навчальних завдань високої складності, в т.ч. відкритих, із необмеженою кількістю правильних відповідей.

Заняття розраховане на дві академічні години у звичайному або комп'ютерному класі. Протягом першої години учні, розділившись на групи, готують власні проекти та ілюструють їх малюнками, які сканують та вставляють у текстовий документ (або просто малюють на аркушах паперу). Протягом другої години відбувається обмін проектами за принципами генетичного консилиуму (ГК) із паралельним удосконаленням власного проекту. Після закінчення заняття можливе домашнє завдання щодо завершення проектів та їх презентації на наступному занятті.

Зміни, які можуть статися у тварин певної систематичної групи при переході до фотосинтезу) – класичне відкрите проблемне біологічне завдання, в якому можливі різні підходи та конкретні рішення. Тож аналізу запропонованих рішень використовується ГК – варіант мережевого багатотурового (ітераційного) експертного опрацювання в аналоговому

режимі або за допомогою ІКТ-технологій (спільне редагування документів, наприклад, GoogleDocs).

Основна робота виконується в бланках у спеціально заготовленій таблиці, що представляє рівні змін та системи органів, які вони зачіпають, це дозволяє відстежувати та виділяти зміни, що вносяться на кожній ітерації. Кожній групі привласнюються певні атрибути (наприклад, номери, колір виділення текстів при редагуванні на послідовних ітераціях), обговорюються загальні правила нумерації файлів (із зазначенням номера експертів/груп та номера ітерацій) та окремих положень усередині файлів (також із зазначенням номерів експертів та ітерацій; атомарність ідей обсягом в одну пропозицію), що включають вказівку авторства при копіюванні рішень інших авторів (а то й усієї) ланцюжка ідей), оголошуються та вивішуються заздалегідь. Обмін паперовими документами або посиланнями на файли здійснюється за допомогою модератора/-ки: саме він на наступній ітерації передає/пересилає кожній групі по одному файлу інших експертів; що дозволяє чітко відмежувати ітерації та підкреслити виразність етапів експертної роботи. Модератор/-ка відслідковує порядок передачі файлів/посилань, синхронізує роботу експертних груп та обмін файлами між ними, а також підбиває підсумки.

На початку роботи важливо визначитися зі стартовими умовами та обмеженнями **біологічного** характеру. По-перше, треба визначитися з систематичними групами тварин, які допускаються у завданні: від вузької (тільки птахи та ссавці) до максимально широкої (усі багатоклітинні тварини). Вибір першого шляху цікавіший, бо в гомойотермних тварин можуть виникнути суттєві проблеми із терморегуляцією; але можна запропонувати проміжний варіант: лише хребетні тварини. Також можна задати в стартових умовах, що саме змусило цю групу тварин *почати фотосинтезувати* (наприклад, штучної адаптації виду до заселення інших планет або адаптації в умовах Землі, що катастрофічно змінилася), або залишити відкритим це питання.

Індивідуальний проект

Креативний етап – придумати, описати, намалювати (на основі малюнків з Інтернету або на папері, відсканувати). У групі зручніше, якщо один малює і сканує, інший швидко описує таблиці, а третій організує придумування.

Положення вносяться в бланк і атомізуються (тобто розділяються на окремі твердження):

Базовий вид - морська черепаха

Після закінчення відведеного часу групі передають тексти модератору/ці. Перерва.

Генетичний консиліум

Завдання ГК – удосконалювати *кожну* тварину (залежно від попереднього рішення групи можуть паралельно допрацьовувати свою тварину або це буде виконано пізніше).

Модератор/-ка фіксує отримані файли в обраний спосіб (під номером ітерації). Потім файли або посилання на них передаються наступній групі, яка оцінює та вдосконалює напрацювання попередньої групи. Після відведеного на ітерацію часу модератор/-ка наполегливо просить фіналізувати роботу. Отримані файли переходять на наступну ітерацію та передаються наступним групам.

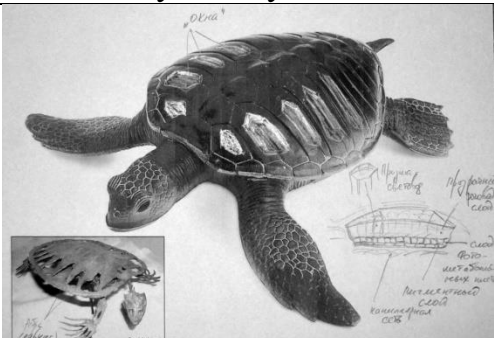
Вчитель може зазначити кілька типових помилок, які є досить поширеними. Наприклад, зазвичай тварини в моделях учнів *зелені*, хоча це й зовсім не є обов'язковим (можна поміркувати, *навіщо* рослини зелені: не чому, а саме навіщо, яка рослинам від цього користь?) Або – традиційна недооцінка *терморегуляції*: високогірна тварина (або птах, що ширяє високо в небі) з голою шкірою, напевно, зіткнеться з проблемою переохолодження. Ці тези вчитель може і *випадково* вимовити вголос (природно, так, щоб чули *всі* групи/учасники).

Наприкінці заняття, за 4-5 хвилин до кінця, модератор/-ка просить фіналізувати роботи останньої ітерації, або передати роботи для

зберігання. Потім (якщо час дозволяє не дозволяє – наступного) кожній групі надається можливість подивитися «вихідний» файл із змінами, запропонованими іншими групами. Наступного заняття доцільно зробити презентацію створеної тварини (а разом показати частку своїх і чужих рішень у підсумковій версії).

Приклад виконання завдання

1 ітерація: Група «Т» (Тортілла) 2 ітерація: _____ 3 ітерація: _____

Рівень	Адаптації
А. Базовий у вигляд, зміни у морфології, загальна характеристика	<p>A1. Базовий вид - морська черепаха</p> <p>A2. Прозорі вікна в пластинах панцира шкірного походження,</p> <p>A3. Роговий шар «вікон» структурований, у вигляді призм, як фасетки комах, і виступає над поверхнею</p>
В. Зміни у поведінці та способі життя	<p>V1. Завмирання на поверхні води</p> <p>V2. Швидке занурення при небезпеці (видавлювання повітря з бульбашок)</p>
С. Зміни у фізіології	<p>S1. Повітряні порожнини-відростки легень для плавучості (дрейф на поверхні – див. V₁)</p> <p>S2. В скелеті є природні просвіти кровопостачання «вікон», див. Рис.</p> <p>Кровообіг:</p> <p>S3. Зміна в кровообігу: нова капілярна мережа під «вікнами»;</p> <p>S4. Судини від капілярної мережі йдуть у печінку - див. Біохімія, E₃.</p>
Д. Зміни у тканинах та клітинних структурах	<p>D1. Роговий прозорий шар утворений призмами-світловодами, аналогічними фасеткам ока комах.</p>
Е. Зміни у біохімії	<p>E1. При фотосинтезі утворюється газоподібний відновлений продукт, який зв'язується з гемоглобіном та метаболізується у печінці з виділенням енергії</p>
Ф. Зовнішній вигляд та схема основних змін	 <p>«Вікна» на малюнку виглядають світлими, але насправді вони коричнево-чорні, майже чорні – ефективно поглинають світло.</p>

Тема 6. Біологічні основи здорового способу життя

(орієнтовно 4 год.)

Цікавою особливістю цього блоку є використання семіотичних (знакових, символічних) моделей. Початок становлення проблеми знака, оперування знаково-символічними засобами, символічною (знаковою) функцією пов'язують з іменем Л.С. Виготського. Якщо за Ж. Піаже, розвиток, рівень оперування знаково-символічними засобами визначається рівнем розвитку операційного інтелекту, то, згідно з Л.С. Виготським, у вищій психічній структурі "функціональним визначаючим цілим або фокусом усього процесу є знак і спосіб його вживання"²⁷. Він називає такі знакові системи: мова, різні форми нумерації та обчислення, мнемотехнічні пристосування, алгебраїчну символіку, твори мистецтва, письмо, схеми, діаграми, карти, креслення, всілякі умовні знаки. Тож, майже всі види моделей, які були виокремлено і розглянуто раніше, Виготський виокремлює у вигляді певних знакових систем.

Робота з семіотичними моделями ускладнюється через те, що подекуди складно виокремити від графічних моделей, медіа, адже важко провести межу, коли графічний образ (або математичний графік, фізична модель чи навіть речовий вислів) стає символом (чи принаймні мемом). Насправді символічні моделі поширені значно ширше, аніж ми думаємо, просто ми їх зчитуємо майже несвідомо, як вказівники «Вихід» в супермаркеті. Наприклад, надпис «220 В» над розеткою є саме семіотичною моделлю «Обережно, небезпечна напруга!», а не інформацією (насправді напруга в електричній мережі може коливатися від 190 до 250 В). Вміння працювати з семіотичними моделями дуже важливе в наш час, коли в електронному спілкуванні ані вираз обличчя, ані особливості почерку не передають емоційного стану співрозмовника. Замість цього використовуються символічні моделі – так звані смайлики (від англ. smile – посмішка). Це лише один з прикладів того, як збільшується зона використання символічних

²⁷ Виготский Л. С. Собр. соч. Т. 1–6. М., 1982.

моделей. «Сучасне суспільство характеризується стрімким зростанням значення знаково-символічних форм, що обумовлює виникнення нових сенсів, соціальних практик, а отже, і нових потреб, норм, правил, цінностей в інституційному вимірі суспільного життя»²⁸. Тож знакотворення є інструментом опанування нового світу та включення його компонентів у соціальні системи.

У рекламі символічні моделі у формі брендінгу, створення рекламних текстів (слоганів і повідомлень), медіаобразів і т. ін. спрямовані на підтримку маркетингових комунікацій і є своєрідними інформаційними моделями²⁹. В залежності від способу подачі інформації: пряма (суто інформативна), непряма або прихована (т. зв. *продакт плейсмент* – розміщення рекламних повідомлень в медіатворах: картинах, художніх або анімаційних фільмах) реклама – ці моделі наближуються до реальних, графічних або вербальних моделей, але майже всюди в рекламних символічних моделях маркетингова функція переважає над інформаційною.

1. Моделювання епідемій і мапи

Моделюванню епідемій та роботі з різними видами моделей було присвячено вебінар «Від моделювання динамічних процесів до створення компетентнісно орієнтованих завдань» Освітнього проєкту «На урок» 29 листопада 2021 р., який можна переглянути за покликанням: <https://www.youtube.com/watch?v=-0CigzubsUg>.

Саме унаочненню даних про захворюваність і смертність ми можемо завдячувати використанню окремого типу діаграм, пов'язаним з діяльністю Флоріс Найтінгейл³⁰. Це модифікована версія діаграми «півнячий гребінь». Діаграма складається з дванадцяти секторів, що відповідають певним

²⁸ Литовченко І. В. Формування знаково-символічної системи в контексті інституціалізації суспільства [Електронний ресурс] / І. В. Литовченко // Молодий вчений. – 2015. – № 9 (1). – С. 105–108. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_9\(1\)_26](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_9(1)_26). – стор. 107.

²⁹ Корнеєв В. Моделювання як технологія сучасного наукового пошуку [Електронний ресурс] / В. Корнеєв, Т. Скотнікова // Діалог. – 2015. – Вип. 20. – С. 275–296. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/dialog_2015_20_29.

³⁰ Фільм BBC «Графічні образи світу» (серіал BBC "**The Beauty of Diagrams**", 2010, режисер: Майкл Вотерхаус).

місяцям. Кожен сектор розділений на три шари, що представляють дані про три різні причини смертності солдат. Площа кожного сектора пропорційна зображуваній статистичній величині.

Блакитні сектори – кількість смертей від "заразних хвороб, які можна було запобігти або послабити" (інфекційні захворювання типу холери або тифу), рожеві – кількість померлих від ран і сірі – смертність внаслідок інших причин. Аналіз діаграми дозволяє зробити висновок, що реальну загрозу для британських військ представляли не російські солдати, а хвороби. На діаграмах проведені порівняння, що представляють одні й ті ж змінні (рівень смертності) в той самий спосіб (як площа сектора).

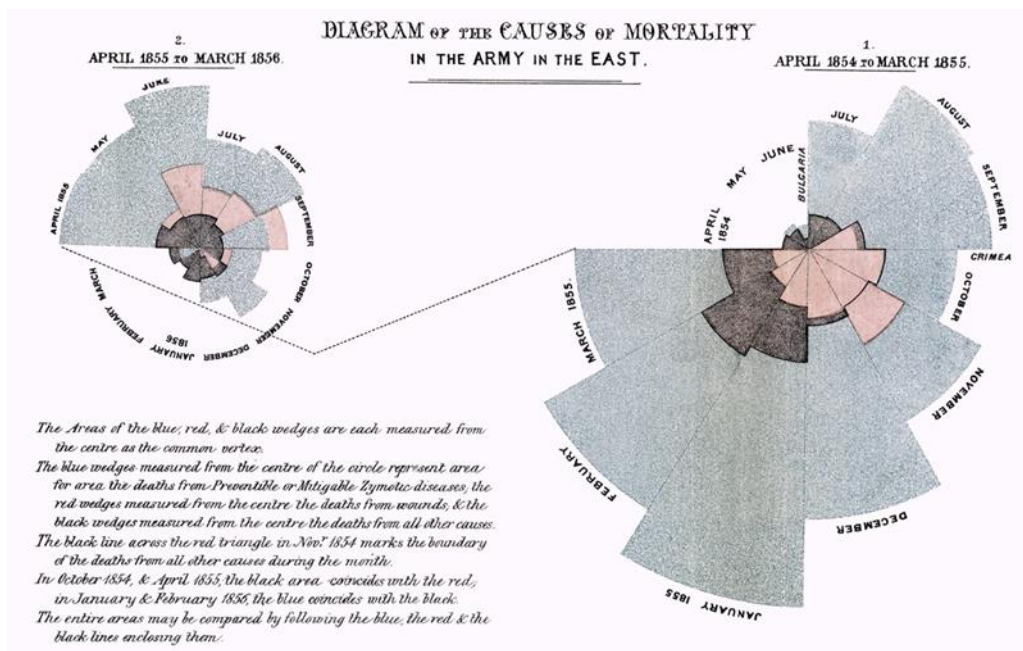


Рис. 3.9. Діаграма Флоріс Найтінгейл з оригінальної роботи³¹

Робота з глобусами та мапами як моделями земної поверхні є однією з основних форм роботи з моделями на уроках географії. До них ми повернемося докладніше пізніше, але в цьому блоці буде використано такий проєкт, як Worldmapper <https://worldmapper.org/>. Це **анаморфози** карти світу – трансформації політичної карти світу, на яких площею показано значення конкретної характеристики у різних країнах, наприклад, захворюваність у країнах світу на COVID-19

³¹ <https://skitch-img.s3.amazonaws.com/20110222-dk9f8ymehipynkeitp97wgf7b4.png>

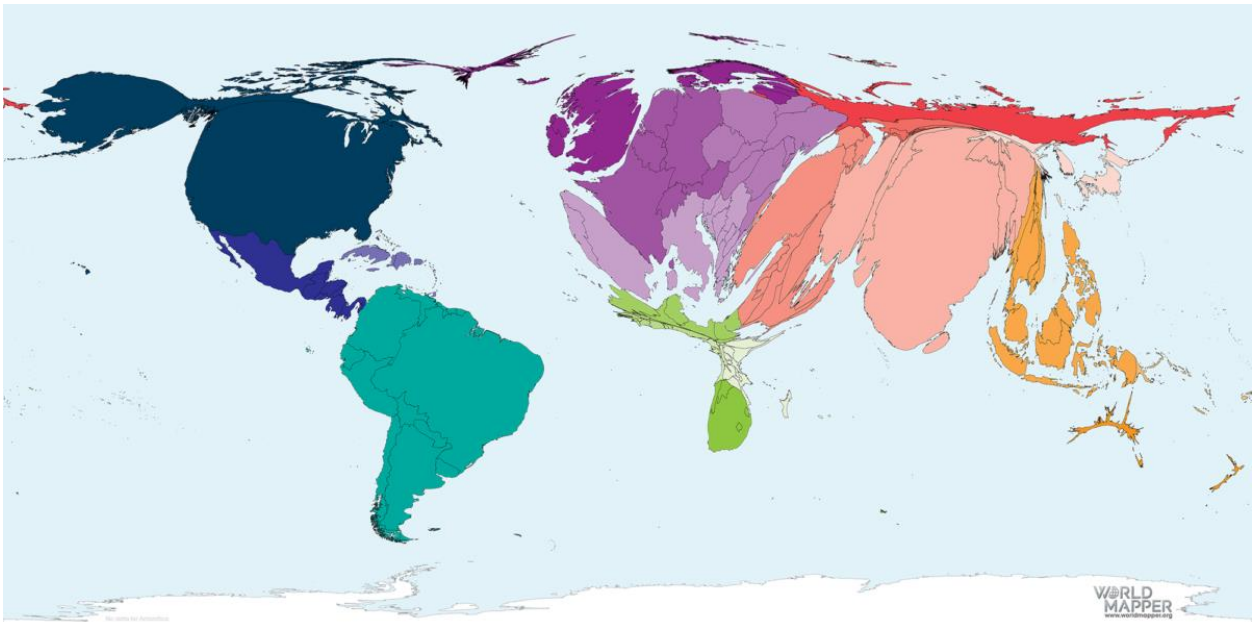


Рис. 3.10. Covid-19/Coronavirus cases (January 2020 – November 2021)

(Джерело: <https://worldmapper.org/maps/covid-19-coronavirus-cases-january-2020-november-2021/>).

Крім того, у моделюванні епідемій використовуються різні види моделей.

«Формула, що описує епідемію»

Це модель, що описує хід епідемії:

$$b = 0,00002 \frac{B}{N} - 0,00005 \frac{B}{N}$$

$$c = 0,00004 \frac{B}{N}$$

b – приріст за день кількості хворих;

c – приріст за день тих, хто перехворів;

B – чисельність (в певний момент)

хворих;

C – чисельність тих, хто перехворів;

N – чисельність тих, хто не хворів.

«1. Чи вмирають люди від цієї хвороби? Як ви можете це довести?

2. Чи формується до цієї хвороби стійкий імунітет?

3. Епідемії яких хвороб можуть бути описані такою моделлю?»

Математична модель є основою цієї задачі, в якій диференційні рівняння навмисно показані у спрощеній формі, як приріст за день. Відповіді на перші два запитання є результатами аналізу наведених формул і не потребують ніякої підстановки чисел. Відповідь на перше запитання

виходить з формули приросту хворих. Чи є в цій формулі складник, що містить кількість тих, хто перехворів? Ні. Тож, ті, хто перехворів, знов не хворіють: мабуть, в них таки сформувався стійкий імунітет. Отримати відповідь на друге запитання дещо складніше, але також можливо виключно з аналізу формул. Чисельність хворих за день збільшується за рахунок першого складника ($0,00002 \times V \times N$) і зменшується за рахунок другого ($0,00005 \times V$); в той самий час кількість тих, хто перехворів, збільшується на $0,00004 \times V$. Як бачимо, хворих щодня стає менше на $0,00005 \times V$, але тих, хто одужав, стає більше лише на $0,00004 \times V$. Куди могли подітися $0,00001 \times V$? вони і є тією часткою хворих, які померли... Відповідь на третє запитання – це поєднання математичної моделі з реальними біологічними знаннями: треба знайти приклади таких хвороб, які дають стійкий імунітет серед тих, хто перехворів, смертність приблизно 20% і в популяції до них немає вродженого імунітету.

«Знак біологічної небезпеки»



«1. Роздивіться знак біологічної небезпеки. Запропонуйте власні знаки небезпеки для захворювань з такими шляхами передачі:

- **водний і харчовий (аліментарний або фекально-оральний)** шляхи при гострих інфекційних кишкових хворобах, ротавірусній інфекції;
- **крапельно-повітряний** - при інфекційних хворобах дихальних шляхів;
- **грунтовий** - при анаеробних інфекціях (правець, ботулізм та ін.);

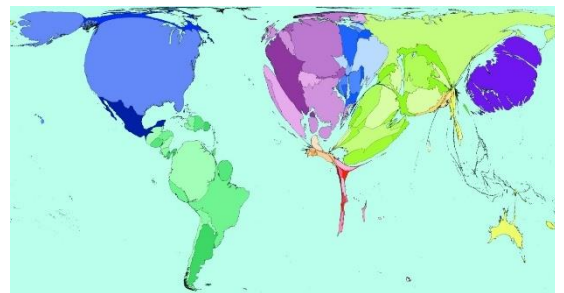
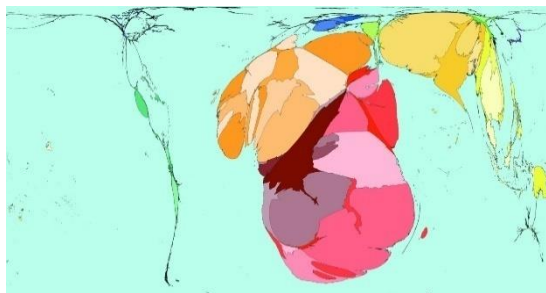
- **контагіозний** – захворювання, що передаються при контакті, наприклад, статевим шляхом;
- **трансмівний** (захворювання, що передаються переносниками: малярія, жовта лихоманка та ін.)

2. Які особливості шляхів передачі інфекційних захворювань здалися вам найбільш важливими, такими, що їх було покладено в основу знаків небезпеки?»

Хоча робота виглядає дещо надлишковою (знаку біологічної небезпеки в цілому мало б бути достатньо), втім, виокремлення окремих ознак для груп інфекцій відповідно до шляхів передачі є важливим і цікавим: семіотичні моделі, які «віддано на откуп» рекламистам, є дещо обділеними увагою.

«Анаморфози карти світу»

«Анаморфози карти світу – трансформації політичної карти світу, на яких площею показано якийсь з обраних показників.



1. З'ясуйте, яка з двох карт відповідає захворюваності в різних країнах на грип, а яка – на холеру. За якими ознаками ви це визначили?

2. Намалюйте на контурній карті світу, як виглядав би анаморфоз для обраного вами захворювання (наприклад, СНІД, малярії, хвороби Альцгеймера або іншої). Поясніть, чому саме так трансформовано вами окремі країни або регіони».

Це завдання дозволяє оцінити та спробувати втілити цікавий спосіб представлення даних – у вигляді трансформованої політичної карти світу. Але в основу трансформації цього разу має бути покладений саме біологічний чинник – поширення певної групи хвороб. В залежності від способу поширення, природи захворювання, вікової та соціальної структури

різних країн можуть бути створені цікаві зображення. Але опис, пояснення, чому саме такі трансформації було запропоновано, є суттєвою частиною роботи.

«Пандемія»

Кооперативна настільно-друкована гра «Пандемія» («Pandemic», 2008, автори M. Leacock, J. Cappel, C. Hanisch, R. Moulin, T. Thiel, видавці «Z-Man Games», «Albi» і «Filosofia Editions», є україномовна локалізація. Правила гри можна скачати та опрацювати³², навіть не купуючи гру.



Гравці переміщуються з міста в місто, ліквідують вогнища інфекцій, будують лабораторії і намагаються створити вакцини проти всіх 4 хвороб. Захворювання поширюються за певними правилами, часом спалахи епідемії охоплюють міста і країни.

Оцініть гру як модель поширення захворювань. Що в цій моделі відповідає реальному поширенню захворювань, а що – не відповідає?

Висловіть гіпотезу, що це можуть бути за хвороби (а також – які хвороби **НЕ** можуть бути змодельованими за правилами цієї гри).

2. Біологічні основи здорового способу життя у повсякденній практиці

При розподілі на групи для опрацювання моделей цього блоку варто врахувати, щоб в кожній групі серед учнівства хоч у когось був фітнес-браслет з відповідним програмним забезпеченням у смартфоні або відповідна програма у смартфоні (наприклад, Samsung Health).

«Вміст елементів в тілі людини та закон Парето»

«Існує емпіричне правило «20/80» (або «закон Парето»), яке в найбільш загальному вигляді формулюється так:

³² https://desktopgames.com.ua/games/4834/pandemic_rules_ukr.pdf

«20% зусиль дають 80% результату, решта 80% зусиль - лише 20% результату»

Принцип був відкритий Джозефом Мозесом Юраном, а названий ім'ям італійського економіста Вільфредо Парето, який спостеріг, що 80 % власності в Італії належить 20 % її населення.

Його застосовують до найрізноманітніших процесів, наприклад: 20 % злочинців скоюють 80 % злочинів, 20 % водіїв створюють 80 % аварій, 20 % покупців дають 80 % прибутків і т. ін.

Чи можна застосувати його до складу елементів тіла людини? В якій формі ви б його сформулювали?»

Аналіз діаграми (та загальні відомості про елементарний склад організму людини) дозволяють зосередити увагу на «великій четвірці» елементів-органогенів, але для краси можна формулювати так, щоб числа були кратні хоча б 5: «На 5 відсотків елементів припадає 95% маси тіла, решта 95% складає 5% маси» (втім, навести розрахунки для цього правила варто).

«Вміст вуглеводів у продуктах»

Для роботи знадобляться цукор-рафінад (маленька коробка), етикетки від харчових продуктів (за власним вибором).

«1. Побудуйте власну модель вмісту цукру у харчових продуктах, використовуючи замість пакетиків із цукром-піском кубіки цукру-рафінаду. (Самостійно розрахуйте, яка маса одного кубіку).



2. Як ви гадаєте, чому для демонстрації на зображенні, що наведено поруч із темою роботи, обрано саме напої?»

Це наочна фізико-математична модель, яка вдало демонструє вміст цукрів у харчових продуктах (на що ми подекди не звертаємо уваги, хоча

значна кількість кетчупів, наприклад, за вмістом цукру є радше томатними джемами). Саме на цьому базується й відповідь на друге запитання: солодкі газовані напої можуть містити значний відсоток рекомендованого добового споживання вуглеводів.

«Потужність Сонця та тіла людини»

«Різні частини Сонця виробляють енергію з різною інтенсивністю. Найбільша потужність виробляється у центрі ядра Сонця – близько 277 Вт/м^3 сонячної речовини. Оцініть за доступними даними, скільки тепла виділяє за секунду людина (тобто питому потужність людського тіла), і порівняйте ці дві величини. Об'єм тіла людини приблизно дорівнює $0,05 \text{ м}^3$, **1 ккал = 4186,8 Дж.**»

Найцікавіше в цій задачі (окрім результату, який вражає), є відсутність значення кількості енергії, яку людина виділяє за добу. Для цього вважаємо, що в цілому має бути баланс між спожитою та витраченою енергією, тож виділяє людина приблизно стільки, скільки споживає з їжею – близько 2500 ккал³³.

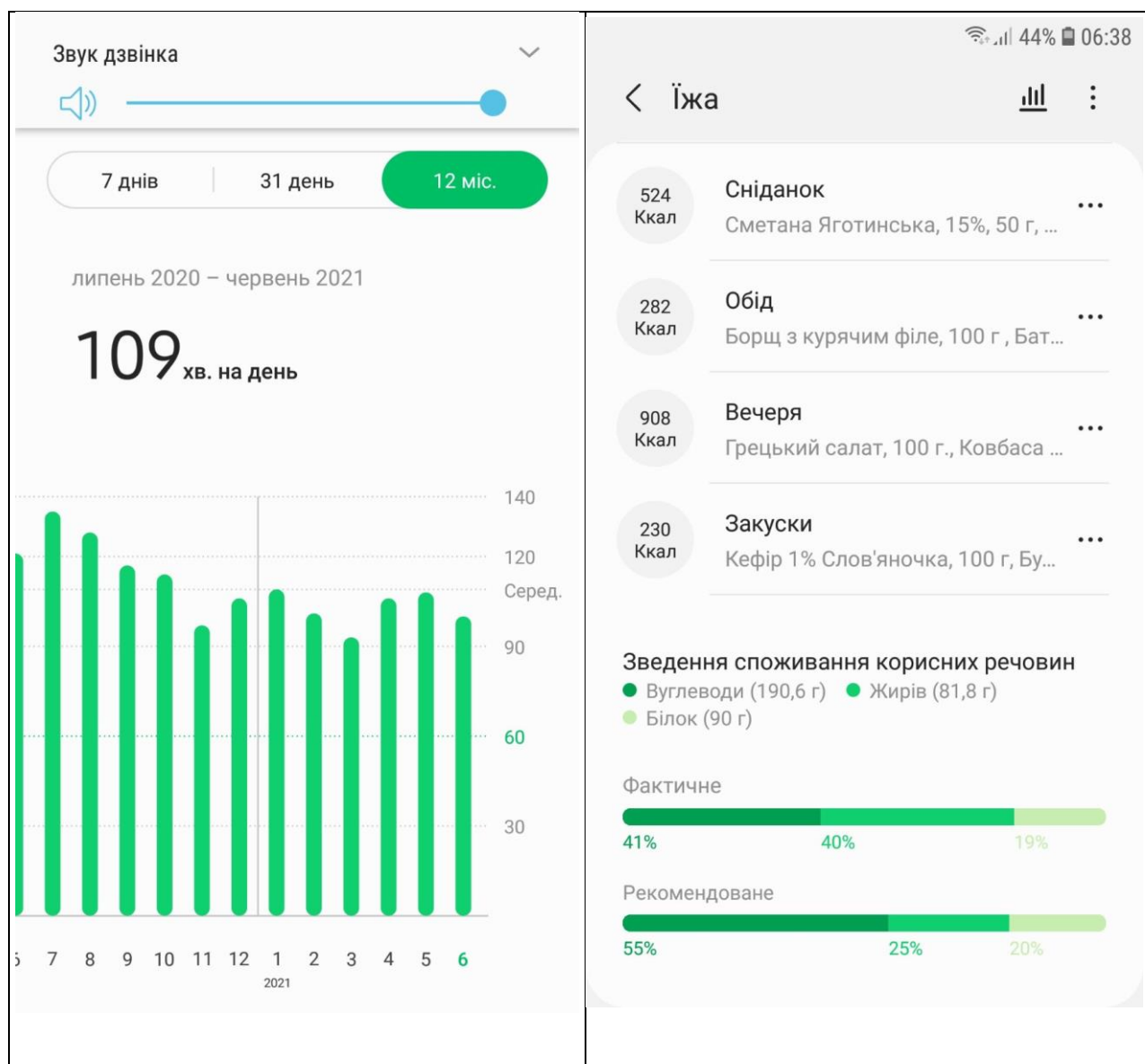
Якщо доросла людина споживає (і виділяє) близько 2500 ккал на добу, то це дорівнює 10,5 МДж. Потужність випромінювання людського тіла становить 121,5 Вт. Об'єм тіла людини приблизно дорівнює $0,05 \text{ м}^3$, таким чином, питома потужність людського тіла становить 2430 Вт/м^3 . Це значно (майже на порядок) більше питомої потужності процесів, які відбуваються у сонячному ядрі.

«Здоровий день у смартфоні»

«Оберіть день програми, яка допомагає відслідковувати складники здорового способу життя у смартфоні. Опишіть, які показники і в який спосіб девайси отримують, в який спосіб представляють дані. Вкажіть, за якими показниками обраний день можна вважати здоровим, а за якими – ні.»

³³ Див. вебінар «Ситуативні природничі задачі: долаємо суперечності між життям і школою, залучаючи математичну грамотність PISA» – Майстер-клас освітнього проєкту «На урок»: 26 жовтня 2021 р. 2387 переглядів на 06.12.2021 р. – URL : <https://www.youtube.com/watch?v=TEIwQmuollU>

Це завдання апелює до реального досвіду учнів. Нижче наведено скріншоти однієї з програм цього класу.



Тема 7. Екологія (орієнтовно 4 год.)

Імітаційним моделям з використанням ІКТ і моделі Лока-Вольтерра було присвячено вебінар автора «Інтерактивні моделі власноруч: як підготуватися до електронного формату PISA» – Майстер-клас Освітнього проєкту «На урок» 27 липня 2021 р.: <https://www.youtube.com/watch?v=iFx5MUIDUjs>.

1. Модель Лотка-Вольтерра

Моделювання динаміки чисельності живих організмів - складне завдання. Це вперше зробили в 1925-26 рр. американський вчений А.Дж. Лотка і італійський вчений В. Вольтерра.

У моделі, відомої як рівняння Лотка-Вольтерра, розглядається взаємодія двох видів - хижака і жертви, чисельності яких описуються такими рівняннями: чисельність жертви, чисельність хижака.

Чисельність жертви N_1 буде змінюватися в часі за таким рівнянням:

$$\dot{n}_1 = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2, \text{ де}$$

\dot{n}_1 - зміна чисельності жертви за одиницю часу,

N_1 - чисельність жертви,

N_2 - чисельність хижака,

r_1 - швидкість збільшення чисельності жертви (тобто народжуваність),

p_1 - коефіцієнт хижацтва для жертви (ймовірність того, що при зустрічі з хижакком жертва буде з'їдено).

Таким чином, збільшення чисельності жертви в одиницю часу відбувається за рахунок народження нових особин (швидкість розмноження на кількість особин), а зменшення - за рахунок поїдання хижаками (ця величина пропорційна чисельності жертви, тому що чим більше, тим вище ймовірність зустрічі з хижакком, чисельності самого хижака і ймовірності того, що жертва при цій зустрічі загине p_1).

Чисельність хижака N_2 буде змінюватися в часі за таким рівнянням:

$$\dot{n}_2 = p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2, \text{ де}$$

\dot{n}_2 - зміна чисельності хижака за одиницю часу,

N_1 - чисельність жертви,

N_2 - чисельність хижака,

d_2 - смертність хижака,

p_2 - коефіцієнт хижацтва (величина, яка вказує на "прибуток", отриманий хижакком при поїданні жертви).

Зростання чисельності хижака в одиницю часу пропорційний якості харчування (мається на увазі, що саме харчуванням обмежується народжуваність хижака), а спад відбувається за рахунок природної смертності.

Запитання до моделі:

«Проаналізуйте, що станеться зі змодельованим угрупованням, якщо зникнуть всі жертви? Хижаки? Чи відповідає запропонована реалізація моделі вихідним формулам?

Які суттєві елементи реалізована модель відтворює адекватно? В чому полягають її спрощення? Які вади можна назвати у цієї моделі?

Як впливають на стан змодельованого угруповання сплески чисельності? Наявність рефугіумів для жертв, де частина особин популяції уникає тиску з боку хижаків?»

Якщо скористатися моделлю в процесорі електронних таблиць MS Excel, можна розглянути за її допомогою основні властивості моделі, вплив окремих потоків і фондів на стан моделі в цілому, і навести конкретні відповіді на запитання. Цю роботу варто виконати зі всіма групами разом.

2. Моделі в екології

Для цього блоку моделей важливим теоретичним моментом є розклад способів візуалізації даних. **Візуалізація** — метод представлення інформації у вигляді оптичного зображення (наприклад, у вигляді рисунків та фотографій, графіків, діаграм, структурних схем, таблиць, карт і т. д.). Ефективно застосовувати для представлення інформації, *що не мала графічного відображення* (наприклад, температури, розподілу рівнів електромагнітних полів і т. д.). До візуалізації відноситься *представлення даних*.



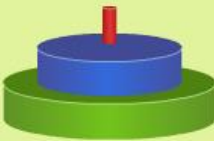



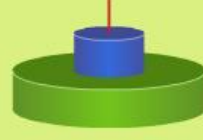

Інтерактивні моделі та анімації – це мультимедіа-компоненти, що демонструють на екрані комп'ютера динамічну візуальну модель явища, технічного/біологічного об'єкта або процесу. Вони містять активні елементи керування параметрами моделі та елементи навігації. У інтерактивного

об'єкта поведінка та спосіб відображення (візуалізація) залежать від дій користувача.

Способи візуалізації даних розглянуто у виступі автора на Всеукраїнській інтернет-конференції «НУШ: особливості організації навчального процесу», Освітній проєкт «На урок», 15 травня 2021 р. за темою «Способи візуалізації даних: між математичною та природничо-науковою компетентністю» за покликанням: <https://www.youtube.com/watch?v=5X3ESMO8Zk4>.

«Екологічні піраміди»

«1. Поясніть, від чого може залежати правильний чи обернений характер екологічних пірамід різних типів.»

Екосистема	Піраміда чисел	Піраміда біомаси	Піраміда енергії
 Луг			
 Листяний ліс			
 Відкритий океан			

2. Побудуйте піраміду енергії лісу в Флориді, якщо через I-й рівень (продуцентів) проходить 20810 ккал/м^2 у рік, через II-й – 3368 , через III-й – 383 , через IV-й – 21 ккал/м^2 у рік. Чи справедливе для цієї екосистеми «Правило 10 відсотків»? А для інших типів екологічних пірамід?»

«Розв’язання екологічної проблеми у оповіданні»

«1. Прочитайте фрагмент оповідання Л. Александренко «Середовище існування». Яку головну думку проводить автор? Як обраний автором жанр та стиль оповідання пов’язані з нею?

2. Поясніть, чому описаний в оповіданні захисний механізм біоценозу не зміг би врятувати екосистему озера.»

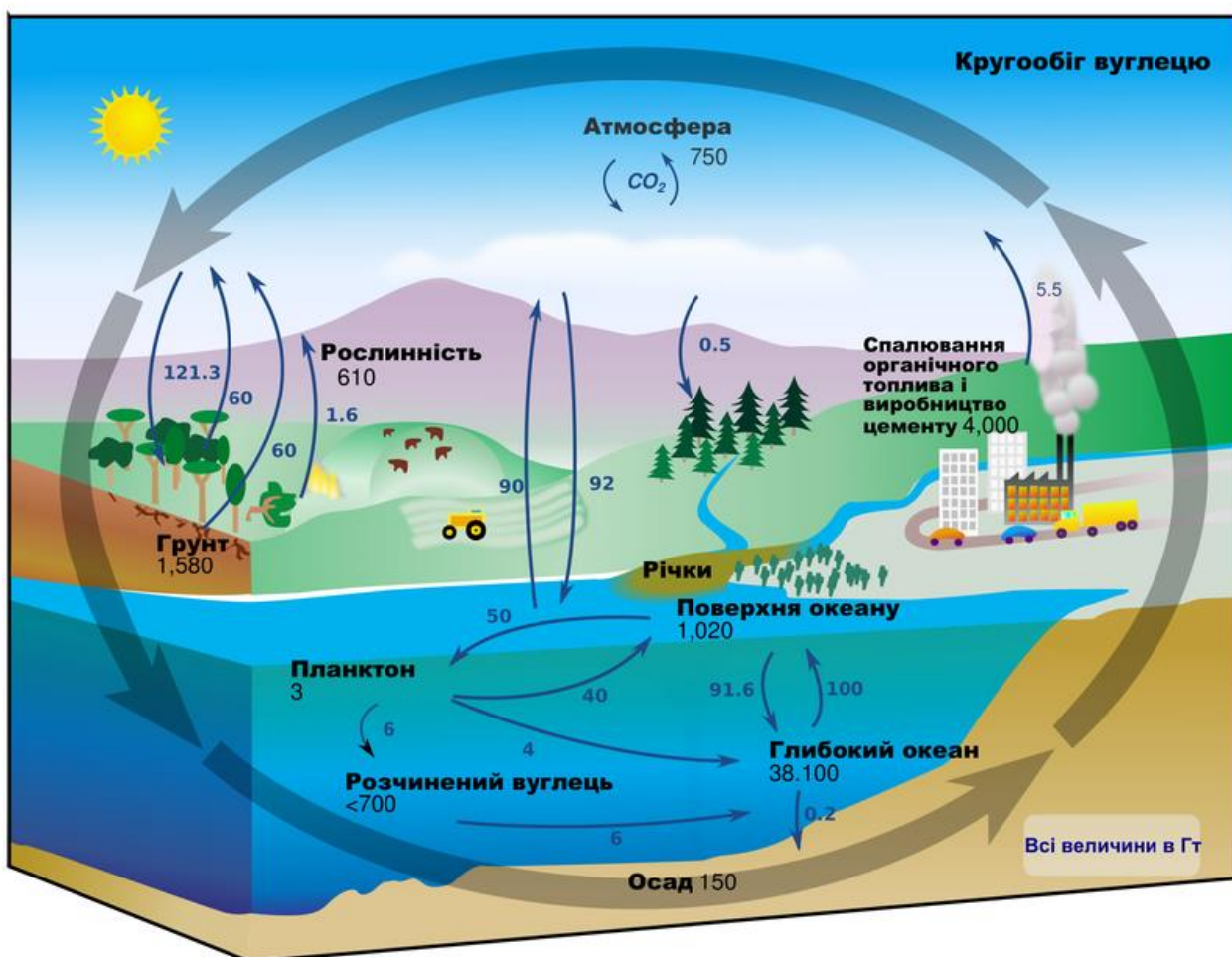
Ця задача також ґрунтується на художньому творі, і аналіз того, як обрані автором жанр та стиль оповідання пов’язані з головною думкою, яку проводить автор (варто знайти оповідання повністю, на жаль, воно є тільки російською мовою³⁴). Але біологічний складник цього запитання надзвичайно важливий.

«Біогенна міграція атомів Карбону»

«1. Традиційно схеми біогенної міграції атомів у біосфері зображують у вигляді цілісних колообігів, не уточнюючи стан власно атомів хімічних елементів, що беруть в ньому участь. Перетворіть схему колообігу Карбону зі звичайного виду на такий, в якому додано додаткову вісь – ступінь окиснення атомів Карбону у сполуках (показавши в лівій частині найбільш відновлений стан, а в правій – найбільш окислений).

³⁴ Цит. за: Александренко Л. Среда обитания: "Знание - сила", 1985, №2, с. 86. (рос.) URL: https://royallib.com/read/aleksandrenko_1/sreda_obitaniya.html#0

2. Колообіги яких хімічних елементів можна перебудувати у такий



спосіб, а яких – не можна? Як це пов'язане з функціями живої речовини за Вернадським?»

Карбон який входить у колообіг у вигляді сполук зі ступнями окиснення від -4 (у складі метану) до $+4$ (у складі вуглекислого газу). Тож якщо додати горизонтальну вісь з цими значеннями, можна перебудувати схему колообігу (і зробити її більш наочною).

Орієнтиром у відповіді на друге запитання є саме ступінь окиснення сполук, що входять до колообігів. Якщо зміни ступеню окиснення є (зазвичай це супроводжується наявністю груп організмів, переважно бактерій, але не виключно, які можуть використовувати енергію цих переходів для власної життєдіяльності) – є й сенс перебудувати схему (окрім Карбону, варто підкреслити колообіги Нітрогену та Сульфуру). Якщо ж весь колообіг побудований на одній сполуці, яка переходить від одного фонду до іншого (як у колообігу Фосфору), то перебудувати схему не вдасться.

«Зоозахисництво та веганство»

«1. Наведіть аргументи за та проти зоозахисництва та веганства. Які дії ви вважаєте доцільними, а які – надмірними?»

2. Чи можете ви, як фахівці-біологи, навести зауваження до наведеного плакату? Наведіть власні приклади природоохоронної пропаганди, з якими ви, як біологи, не погоджуєтесь.»

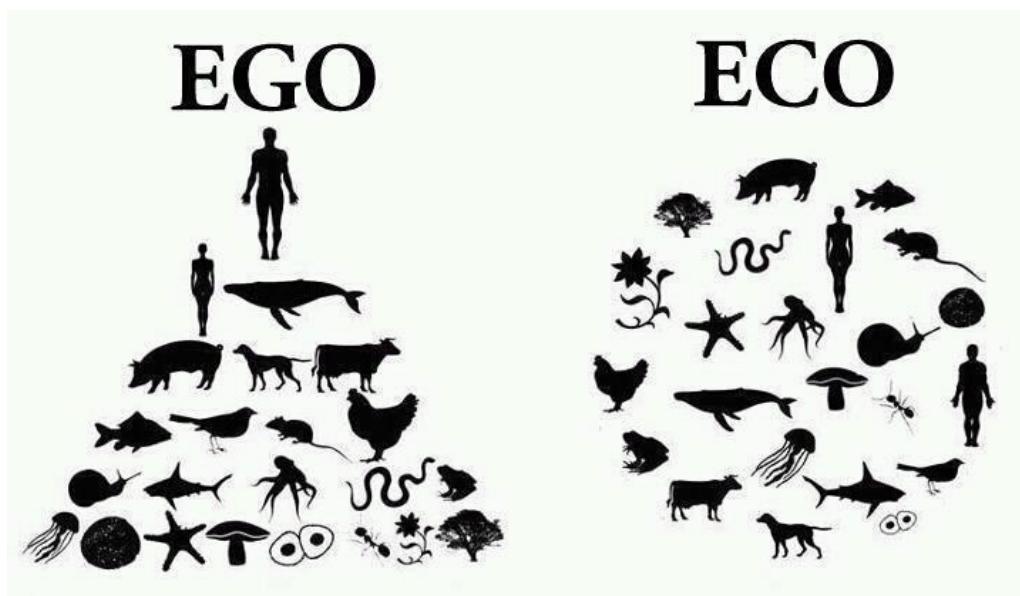


Рис. 3.11. Плакат, що відображає «несправедливість» трофічних зв'язків. (Джерело зображення: <http://www.laughingbug.com/wp-content/uploads/2012/04/eco-vs-ego.jpg>).

Хоча стурбованість станом довкілля є цілком зрозумілою і виправданою, певні «перегиби» є й в природоохоронній пропаганді, і тому варто враховувати, що всі семіотичні моделі (і ширше – медійні образи) є об'єктами для критичного аналізу на наявність ознак маніпуляцій з метою викликати надмірну емоційну реакцію глядачів і спонукати їх до певних дій, які можуть бути не завжди виправданими раціонально.

Тема 8. Сталий розвиток та раціональне природокористування (орієнтовно 3 год.)

Ця тема розглядається як захист проєктів, націлених саме на планування підприємницької діяльності, є створення **бізнес-планів** і

стартапів. Такі проєкти включають аналіз наявних ресурсів (яке матеріальних, так і людських, інформаційних тощо), ризиків, можливих прибутків тощо.

Бізнес-план є документом, який має переконати потенційного інвестора в доцільності вкладання коштів у певну справу. Напрацьовано багато різних моделей бізнес-планів, що відрізняються ступенем деталізації окремих питань. Найбільш узагальненою є модель Європейського банку реконструкції та розвитку. Загальна структура бізнес-плану, у відповідності до стандартів ЄБРР, має містити такі розділи:

1. Титульний лист;
2. Меморандум про конфіденційність;
3. Резюме;
4. Підприємство:
 1. Історія розвитку підприємства, його стан на момент створення бізнес-плану, опис поточної діяльності;
 2. Власники, керівництво, менеджмент середньої ланки;
 3. Поточна діяльність;
 4. Фінансовий стан;
 5. Кредити;
5. Проєкт:
 1. Загальна інформація про проєкт;
 2. Інвестиційний план проєкту;
 3. Аналіз ринку, конкурентоспроможність;
 4. Опис процесу виробництва (надання послуги);
 5. Фінансовий план
 6. Екологічна оцінка
6. Фінансування:
 1. Графіки отримання та погашення кредитів;
 2. Залог та поручительство

3. Обладнання та роботи, які планується профінансувати за рахунок залучених кредитів;
 4. SWOT-аналіз;
 5. Ризики та заходи з їх зниження;
7. Додатки.

SWOT-аналіз – це метод стратегічного планування, який полягає у визначенні факторів внутрішнього та зовнішнього середовища організації, які поділяються на чотири групи:

- Strengths (переваги),
- Weaknesses (недоліки),
- Opportunities (можливості),
- Threats (загрози).

Переваги та недоліки є факторами внутрішнього середовища організації, що є об'єктом аналізу, тобто тим, на що організація здатна вплинути самостійно. Можливості та загрози є факторами зовнішнього середовища, яке не контролюється об'єктом. Акронім SWOT був запропонований у 1963 р. у Гарварді на конференції з проблем безпеки; його запропонував професор Кеннет Ендрюс (Kenneth Andrews).

Наприклад, якщо співробітники біологічного факультету Н-ського університету пропонують створити екопарк на території одного з районів Н-ської області, то:

- Strengths – перевагами даного проекту буде висока кваліфікація співробітників, які планують взяти участь у проект, їхня спроможність організувати нешкідливий для навколишнього середовища та цікавий для відвідувачів відпочинок;
- Weaknesses – недоліками буде їхня (можлива) недостатня обізнаність у бізнесі та особливостях законодавства;
- Opportunities – як можливості можуть розглядатися рекреаційний та естетичний потенціал обраної місцевості, вдала транспортна

інфраструктура, що дозволяє організувати логістику потенційних клієнтів тощо;

- **Threats** – загрозами даного проекту можуть стати особливості природокористування даного району (наприклад, відведення сусідніх угідь під комерційно привабливі культури або мисливські господарства), недостатня платоспроможність мешканців Н-ської та сусідніх областей тощо.

SWOT-аналіз зручно застосовувати кожного разу, коли учні розробляють свої екологічні міні-проекти: їм буде корисно зрозуміти, що найяскравіші ідеї, які не матимуть відповідного фінансового, юридичного і т. ін. обґрунтування, можуть привести проект до загибелі. Втім, досвід та напрацювання з того, «чи можна ідеї продавати так саме, як пиріжки», є, варто лише при обґрунтуванні проектів звернутися до відповідної літератури³⁵.

Тема 9. Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології (орієнтовно 3 год.)

Робота з глобусами та мапами як моделями земної поверхні є однією з основних форм роботи з моделями на уроках географії. Але й на уроках біології такі моделі можуть бути ефективно використані (окрім традиційних завдань з розселення організмів по континентах та природних зонах).

Картографія є певним поєднанням графічних моделей з семіотичними (легенда до карти – це семіотичний довідник); втім, для побудови можна використовувати деякі об'ємні та математичні моделі. (різні варіанти проєкції земної поверхні з глобусу на площину, масштаб).

«Ареали викопних тварин: мезозаври та інші»

³⁵ Андерсен К. Маркетинг для современных Робин Гудов. Применяем принципы успешных маркетинговых стратегий в реализации благотворительных программ / К. Андерсен ; [пер. с англ.] – М.: Эксмо, 2008. – 272 с.

Мапа має бути розрізаною на окремі континенти до початку роботи.



«1. Керуючись даними про ареали (визначені палеонтологами райони мешкання) трьох родів викопних тварин та одного роду викопних рослин, складіть з

наведених материкових плит південну частину суперматерику Пангея часів тріасового періоду мезозойської ери.

2. Мезозаври мають важливе (історичне) значення як палеогеографічний доказ теорії дрейфу континентів. Як бачимо у моделі, його останки були знайдені в південній частині Африки і Східної Південній Америці, у двох досить віддалених одне від одного місцях. Спробуйте навести інші можливі пояснення такого розселення. Чому інші пояснення є менш вірогідними порівняно з континентальним дрейфом?»

Якщо до першого запитання учні/учениці знаходять відповідь доволі легко (взагалі воно може бути використано навіть у 7 класі), то для відповіді на друге запитання варто уважно прочитати опис тварин, які взято для аналізу в цьому завданні. Серед тварин є як типово наземні тварини, так і водні, але *прісноводні* (мезозаври). Уявити, що вони здатні перетнути великі відстані морем (йдеться про Атлантичний океан) навіть складніше, аніж для сухопутних тварин.

«Інфографіка з мапи світу»

«Використовуючи зовнішні джерела інформації, перетворіть контурну карту світу на інфорграфічну модель, що показує походження культурних рослин та їхнє сучасне вирощування.»

Завдання суто практичне, на візуалізацію інформації. І хоча більшість рослин вирощується в тих районах, де їх було введено в культуру, є деякі доволі яскраві приклади, на які варто звернути увагу при роботі з цією моделлю (окрім загальновідомих прикладів з картоплею, томатами,

гарбузами, кавунами, соняшниками тощо, які зараз є майже «українськими» культурними рослинами у свідомості багатьох людей, варто згадати районування вирощування кави та какао).

«Рух континентів і апельсини»

«Розріжте шкірку апельсина так, щоб виокремити основні материкові плити з намальованими обрисами континентів. Спробуйте, користуючись політичною картою сучасного світу, покладеною на давній праматерик Пангея, відтворити в зворотному напрямку рух континентів.»

Наведена в посібнику політична карта світу на Пангеї є доволі наглядною, щоб за нею зорієнтуватися, як саме мають бути переміщені континенти. Це завдання належить до групи кінестетичних завдань, яким, на жаль, приділяється небагато уваги, але є сенс перевірити, наскільки учні/учениці здатні перенести двовимірні мапи у тривимірний світ. За наявності дитячого м'яча з континентами та океанами можна використати його замість апельсинової шкірки, але для зручності треба мати ще один м'яч такого ж розміру, щоб саме на ньому показувати рух континентів.

«Мозок як остів»

«Для візуалізації яких даних підходить такий спосіб унаочнення, а для яких – не дуже?»

Які є сучасні способи унаочнення даних про структуру та системи зв'язків (конектом) мозку?»

Це відкрите запитання, на яке можна надати декілька різних правильних відповідей, і найцікавішою є саме аргументація, чому одні види даних зручно візуалізувати у вигляді мапи територій, а інші – ні. До речі, зображення мозку як мапи острова є доволі невдалим рішенням: окрім кори великих півкуль, мозок містить значну кількість підкоркових ядер, і, найцікавіше – величезну кількість зв'язків між ділянками, так званий конектом, який, власно кажучи, і робить кожну людину неповторною (за висловом Себастьяна Сеунга, «Ми – це наш конектом»).

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ КУРСУ ЗА ВИБОРОМ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК. 10 КЛАС»

Л. Рибалко

Курс за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток» для учнів 10 класу розроблений відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1392) з урахуванням змісту кваліфікаційних рівнів згідно Національної рамки кваліфікацій (Постанова Кабінету Міністрів України від 23. 11. 2011 р., № 1341), Концепції екологічної освіти України (Затверджено Рішенням Колегії МОН України від 20.12.01 р., № 13/6-19) та положень «Концепції Нової української школи» (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р., № 988).

Мета курсу «Екологічна безпека і сталий розвиток» полягає у формуванні екологічної свідомості, ключової компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій та екологічної компетентності, дотримання правил екологічно безпечної поведінки в довкіллі, ціннісного ставлення до природи в учнів як результату засвоєння системи знань про екологічну безпеку та сталий розвиток суспільства, збалансований розвиток людства, науки та технологій.

Завдання курсу передбачають формування в учнів:

- природничо-наукової та екологічної компетентностей;
- розуміння цілісності природи, закономірностей її розвитку на основі концептуальних ідей екоцентризму та еволюції, що дають змогу усвідомлювати коеволюційний зв'язок людства і природи;
- уміння дотримуватися екологічно безпечної поведінки в довкіллі як стратегічної на основі ціннісного ставлення до природи та її об'єктів;
- здатності з'ясувати причино-наслідкові еколого-еволюційні зв'язки та відношення між процесами, що відбуваються у природі, розуміти екологічні зв'язки у природі та закономірності її розвитку, усвідомлювати

відповідальність за стан біосфери перед сучасним та майбутнім поколіннями людей;

– відповідального та ціннісного ставлення до природи, що передбачає здатність і можливість учня свідомо, а значить, цілеспрямовано й добровільно виконувати вимоги та вирішувати завдання, пов'язані з моральним вибором, досягаючи певного екологічного та економічного результату.

Особливості організації вивчення програмового матеріалу

У змісті курсу за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток» для учнів 10 класу реалізовано еколого-еволюційний підхід до навчання, який базується на провідних ідеях екоцентризму та еволюції, що забезпечують фундаменталізацію та інтеграцію знань про природу й суспільство в їх взаємозв'язку та залежності, відповідно до чого природа розглядається як незалежна від людських уподобань цінність, пріоритетна відносно цілей і потреб людства. Це забезпечує усвідомлення учнями пізнання зв'язків між суспільством і його природним довкіллям, між об'єктами живої та неживої природи, а також шляхів розвитку біосфери і виживання людства.

Застосування еколого-еволюційного підходу в навчанні дає змогу учням усвідомити те, що будь-який організм, людина в тому числі, самостійно формує своє довкілля (середовище життя), забезпечує його стійкість, створюючи оптимальні умови для свого існування; що стабільність біосфери залежить від її цілісності мислення та безпечного розвитку.

Провідна ідея, що покладена в основу проектування змісту курсу за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток» – це формування екологічного світогляду та екологічної культури в учнів, цілісних знань про природу.

Світогляд є формою самовизнання, яку оцінюємо, як систему уявлень людини про себе, світ, свої взаємини зі світом, про своє місце у світі та життєве призначення. Саме світогляд інтегрує знання про природу й усвідомлення особистістю власної ролі та місця у ній у цілісну картину світу,

яка визначає життєву позицію людини, спосіб її ставлення до дійсності. Але ж світогляд не може бути результатом лише наукового пізнання світу, він включає і життєвий досвід людини, соціальні умови розвитку суспільства і традиції народу.

При вивченні курсу учні мають усвідомити, що *екологічний світогляд* забезпечує екологічне бачення світу, при якому головною особливістю є порядок, який може зберегтися людством лише за умови, якщо всі життєві процеси біосфери підпорядковуються законам або вимогам – власним або більш великих систем, частиною яких є ці процеси. Саме ці обмеження дадуть змогу живим істотам, зокрема людині, жити в гармонії з усією біосферою, вічно еволюціонувати.

У книзі «Екологія» Е. Разумова стверджує: «Метою освіти є формування екологічного світогляду людини, що ґрунтується на уявленні про її єдність із природою і про спрямованість культури не на експлуатацію природи, а на її збереження». Екологічний світогляд передбачає формування та виховання екологічної свідомості, екологічної моралі, екологічної культури, які забезпечують відповідальне ставлення кожної людини до природи за допомогою формування практичного досвіду природокористування та компетентного прийняття рішень.

Отже, екологічний світогляд слід пояснювати/тракувати як систему поглядів суб'єкта на об'єктивний світ, засновану на цілісному його представленні, розуміння загального взаємозв'язку процесів і явищ, цінності всього живого і неживого, ролі й місця людини в системі світобудови.

Спираючись на Національну доктрину розвитку освіти України у XXI столітті, Концепцію екологічної освіти України слід розуміти той факт, що результатом екологічного виховання учнів 10 класу під час вивчення курсу за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток» є процес формування екологічної культури особистості, її екологічного світогляду, які передбачають наявність в особистості таких цінностей і моральних якостей:

готовність до природоохоронної діяльності, активна екологічна позиція, недопущення руйнівної поведінки тощо.

В аспекті розуміння екологічної безпеки суспільства і природи в їх еволюційну чому стані варто акцентувати увагу на понятті «еколого-еволюційний світогляд».

Сутність поняття «еколого-еволюційний світогляд» (далі – ЕЕС) пояснюємо як еволюціонуючу систему принципів, поглядів, знань, цінностей, оцінок, переконань, практичних настанов, що визначають цілісне розуміння людиною єдності природного і соціального буття, їх коеволюцію, що регулюють ставлення людини до екологічних проблем і їх вирішення, формують активну екологічну позицію, спонукають до природоохоронної діяльності та збереження стабільності розвитку біосфери.

ЕЕС – це екологічна освіченість, свідоме ставлення людини до природи і практична участь у покращенні природокористування. Такий тип світогляду слід розглядати як багатомірний цілісний компонент інтелектуальної і духовної культури особистості, що забезпечує її творчу самореалізацію при вирішенні екологічних проблем, що включає відповідальність за стан навколишнього середовища, наявність екологічних поглядів і переконань, досвід діяльності з вивчення й охорони природного середовища.

Учителю варто переконати учнів у тому, що формування ЕЕС сприяє усвідомленню людиною причинно-наслідкових еколого-еволюційних зв'язків між живою і неживою природою, між природою і людиною, розумінню того, що еволюціонують і природа, і людина і ці процеси мають відбуватися узгоджено як коеволюційний розвиток. Людина має будувати свої відносини з природою тільки на науковій основі, щоб передбачити наслідки своєї діяльності й регулювати їх, не завдаючи шкоди природі, не порушуючи її внутрішньої екологічної рівноваги та гармонії взаємовідносин із суспільством. Це потребує глибоких і цілісних природничо-наукових знань про об'єкт дослідження, виявлення й усвідомлення закономірностей і тенденцій розвитку природи й суспільства, що постійно відбуваються під

впливом численних природно-географічних, соціально-економічних, суспільно-організаційних чинників, адекватного застосування наукових методів дослідження. На сучасному етапі людство як ніколи потребує нової парадигми розвитку, за допомогою якої можна визначити прийнятні в сучасних реаліях вектори і загальні орієнтири розвитку суспільства з наголосом на природовідповідні, гармонійно-цілісні принципи організації соціуму. Реалії сьогодення потребують нових форм пізнавальної діяльності, здатних об'єднати, інтегрувати й систематизувати всі знання про об'єктивну екологічну реальність.

Наявність в особистості ЕЕС – це вміння вирішувати екологічні проблеми суспільства та природи, демонструвати поведінку, яка своїм результатом не знищує біосферу, а сприяє її розвитку, усвідомлювати необхідність взаємозв'язку людства та природи, визнавати об'єктивні екологічні й еволюційні зв'язки та залежності між ними.

ЕЕС становлять: світовідчуття, світосприйняття та світорозуміння, що їх розглядаємо як рівні світогляду, як це показано на схемі (рис. 4.1).

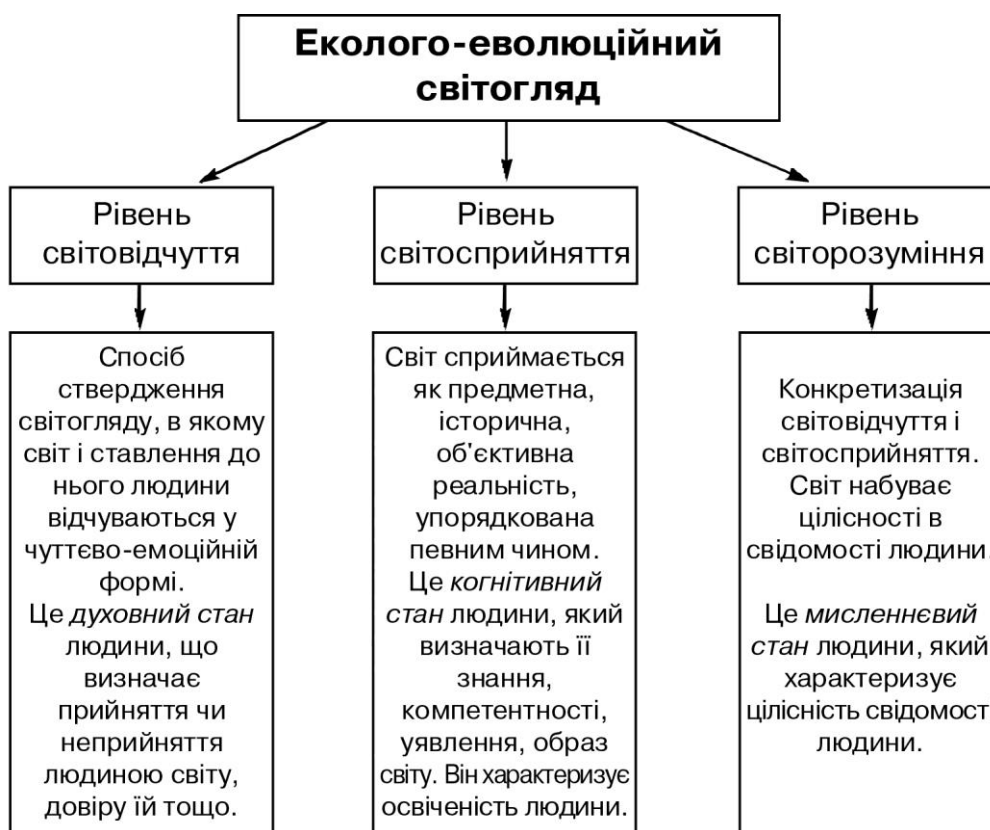


Рис. 4.1. Еколого-еволюційний світогляд

Процес формування ЕЕС – тривалий і поетапний. Вважаємо, що становлення й розвиток такого світогляду в людини відбувається неперервно продовж її життя.

Наявний в особистості ЕЕС і його результат – екологічна свідомість – формують новий тип людини, яку соціолог Ю. Пахомов називає еколюдиною.

Еколюдина – це такий тип людини, яка всю свою життєдіяльність узгоджує із законами еволюції біосфери в ноосферу, усвідомлює об'єктивність і незворотність цього процесу; у якій екологічні та духовні потреби превалюють над матеріальними.

При вивченні курсу за вибором «Екологічна безпека і сталий розвиток» слід донести до свідомості учнів те, що необхідність постає у формуванні еколюдини, для якої властиві екологічна освіченість і свідомість, що передбачають ставлення до світу як до самого себе, уникнення інертного буття на користь активної участі в трансформації біосфери у її сферу розуму – ноосферу. Оскільки екологічними проблемами сучасності є не великі і малі «чорнобилі», а цілеспрямоване руйнування свідомості, тому людство має перейти на якісно новий рівень життя – екологічну свідомість, що стане запорукою його виживання.

Протилежним до еколюдини є тип «хомо цвішенс». Так вважають деякі сучасні зарубіжні вчені (Ан С., Баранцев Р., Бубер М., Князева О., Курдюмов С., Мамардашвілі М., Харин Ю., Шелер М., Яцкевич О.), котрі характеризують хомо цвішенс як людину, яка втратила внутрішню духовність, нерідко байдужа, апатійна, агресивна й озлоблена.

«Хомо цвішенс, – пише С. Ан, – це людина, непередбачувана в соціальних діях, здатна до невмотивованих деструктивних (руйнівних) вчинків, у якій вироблені настанови лише на руйнівні дії [9, с. 54]».

Свідомість хомо цвішенс, як вважає О. Яцкевич, містить елементи хаосу, нестабільності, випадковості та дезорганізації, а для діяльності такого

типу людини властиві суттєве послаблення лідерських якостей, зростання відхилень у поведінці тощо [568].

Наскрізними поняттями у змісті курсу є: поняття «людина» як складова не лише суспільства, а й природи; «екологічна безпека»; «сталий розвиток»; взаємозв'язок компонентів природи та її цілісність.

Вивчення курсу розпочинається зі вступу, в якому увага акцентується на взаємозв'язку людини і природи, ознайомленні учнів з поняттям «безпека», пов'язуючи його з поняттям «екологія» та її завданнями.

Сутність і зміст вихідного поняття курсу «безпека» слід пояснювати як такі умови, в яких може перебувати система, коли дія на неї зовнішніх і внутрішніх чинників не призводить до її порушення. Тобто це такий стан системи, коли вона стабільно функціонує, має здатність розвиватися без порушення її функціонування.

При вивченні вступу слід акцентувати увагу на безпеці як відсутності загроз життєво важливим інтересам людини: її життю, здоров'ю і добробуту.

Першою темою «Екологічна безпека» передбачено вивчення таких ключових понять, як: «екологічна безпека», «екологічний аудит», «екологічний маркетинг», «сталий розвиток», пропонується до ознайомлення сутність екологічної безпеки на різних рівнях її забезпечення.

Друга тема «Екологічна політика» передбачає вивчення національного інтересу у сфері екологічної безпеки через екологічну політику, знайомить з поняттям «екологічна політика», її змістом на міжнародному, державному, регіональному та локальному рівнях.

Третя тема «Сучасний стан екологічної безпеки України» пов'язана з попередніми темами й основними поняттями курсу, розкриває сучасні проблеми екологічної безпеки, порівнюючи її стан розвитку в Україні та інших провідних країнах світу.

Четверта тема «Гуманітарні аспекти екологічної безпеки для сталого розвитку суспільства» завершує вивчення курсу «Екологічна

безпека та сталий розвиток», включаючи питання екологічної освіти, екологічного виховання, змісту освіти для сталого розвитку.

Вивчення курсу «Екологічна безпека та сталий розвиток» передбачає реалізацію компетентнісного підходу до навчання за компонентами: знаннєвим, діяльнісним і ціннісним.

Застосування практичних методів навчання забезпечує наукову достовірність навчального матеріалу, розкриває сутність процесів у їхньому зв'язку і розвитку, знайомить із методами наукових досліджень, розвиває уяву, сприяє формуванню переконань у можливості досягнення екологічно безпечного розвитку суспільства. У зв'язку з цим до кожної теми програми подано тематику навчальних проєктів, структурно-логічних схем, які пропонується скласти.

ВИРОБНИЧО-ПРАКТИЧНЕ ВИДАННЯ

**Коршевніук Тетяна Валеріївна
Козленко Олександр Григорович
Рибалко Ліна Миколаївна**

**Методичні рекомендації з вивчення курсів
за вибором з біології.
10-11 класи**

методичні рекомендації

(Електронне видання)

Обсяг вид. 2,5 авт. арк.

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ,
вул. Січових Стрільців, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 481-38-85
e-mail: book-x1@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів
і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08. 2009 р.