

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра хімії середовища та хімічної освіти

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

на тему: «Вплив важких металів на хімічні процеси в довкіллі: інтеграція освітніх технологій в навчальний процес середньої школи для підвищення екологічної свідомості учнів»

Виконала:

студентка II курсу, групи СО(ПрН)-2м
спеціальності 014.15 Середня освіта
(Природничі науки)

Мацюк В.Р.

Керівник:

к.х.н., доцент кафедри хімії середовища та
хімічної освіти Лучкевич Є.Р.

Рецензент: доцент кафедри хімії середовища
та хімічної освіти

Івано-Франківськ – 2024 р.

Мацюк В. Р. Вплив важких металів на хімічні процеси в довкіллі: інтеграція освітніх технологій в навчальний процес середньої школи для підвищення екологічної свідомості учнів. Дипломна робота на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю – «Середня освіта (Природничі науки)». – Прикарп. нац. ун-т ім. Василя Стефаника. – Івано-Франківськ, 2024. – 49 с.

Робота є рукописом, що містить матеріали для підвищення екологічної компетенції учнів з теми «Важкі метали.». Проаналізовано шкільні програми з природничих дисциплін, зокрема з хімії і запропоновано варіанти інтеграції теми «Важкі метали» у навчальну програму з хімії з 7 по 11 клас.

Для підвищення екологічної компетентності учнів 10-11 класів з теми «Важкі метали», розроблено план STEM-урок, а для школярів середньої ланки запропонований позакласний захід. Для кращого візуального сприйняття учнями теми розроблено лепбук на тему «Що робити при розливі ртуті?» Проведено опитування учнів для виявлення рівня знань з теми «Важкі метали». 49 с., Рис. 15, Табл. 3, Літ. 32.

Ключові слова: важкі метали, екологічна компетентність, інтеграція.

Matsiuk V. Influence of heavy metals on chemical processes in the environment: integration of educational technologies into the educational process of secondary school to increase students' environmental awareness.

The work is a manuscript containing materials for improving the environmental competence of students on the topic 'Heavy Metals.' The article analyses school curricula in natural sciences, in particular chemistry, and suggests options for integrating the topic 'Heavy Metals' into the chemistry curriculum for grades 7-11.

A STEM lesson plan was developed to improve the environmental competence of 10-11th grade students on the topic of heavy metals, and an extracurricular activity was proposed for secondary school students. To improve the visual perception of the topic by students, a lapbook on 'What to do in case of mercury spillage?' was developed. A survey was conducted to determine the level of knowledge on the topic 'Heavy Metals'. 49 p., Fig. 15, Table 3, Lit. 33.

Keywords: heavy metals, environmental competence, integration.

Зміст

ВСТУП.....	4
Розділ 1. ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ДОВКІЛЛІ	7
1.1. Поняття та класифікації важких металів.....	7
1.2. Вплив важких металів на хімічні процеси у довкіллі	9
Розділ 2. ІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ УЧНІВ.....	15
2.1. Сучасні напрямки освітніх технологій.....	15
2.2. Інтеграції теми «Важкі метали» у шкільну програму з хімії для формування екологічної свідомості учнів.....	16
Розділ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	29
3.1. Конспект STEM- уроку «Вплив важких металів на хімічні процеси в навколишньому середовищі».....	29
3.2. План-конспект позакласного заходу на тему: «Важкі метали».....	32
3.3 Лепбукінг як засіб для ефективного запам'ятовування інформації учнями	40
Розділ 4 З'ЯСУВАННЯ РІВЕНЯ ЗНАНЬ УЧНІВ ЩОДО ТЕМИ «ВАЖКІ МЕТАЛИ».....	37
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

ВСТУП

Актуальність теми. Теперішня доба диктує нову парадигму формування компетентностей учнівства. Що в минулі роки ми б вважали складним для вивчення та мало актуальним у повсякденному житті у сучасних реаліях виходить на перший план і цікавить сучасного школяра.

Пропорційно розвитку науки і техніки зростає вплив важких металів на компоненти природи. Вони накопичуються в ґрунтовому середовищі, водному та у живих організмах спричиняючи незворотні зміни в організмі людей. Саме це змушує сучасне суспільство класти за пріоритет розвиток екологічної компетентності учнівства.

STEM-освіта в Україні у зв'язку з реформами в освіті набуває нових обертів, що змінює світоглядну позицію, формує природничо-наукову картину світу та сприяє формуванню компетентностей та розвитку особистості. Важливим у даному напрямку є можливість мультидисциплінарного підходу до навчання, що формується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань і вмінь для розв'язання практичних проблем для подальшого використання їх у професійній діяльності [1]. Планування STEM-уроків та факультатив з вивчення впливу важких металів на хімічні процеси в довкіллі: інтеграція освітніх технологій в навчальний процес середньої школи для підвищення екологічної свідомості учнів повинні керуватися вимогами Державного стандарту базової середньої освіти, який передбачає планування певного матеріалу, оперування поняттями та оволодіння вміннями.

Проте, варто сказати, що питання формування наукових знань учнів про важкі метали та їхній вплив на довкілля не входить у шкільну програму з хімії чи інших природничих дисциплін. . У зв'язку з цим планування STEM- проектів та позакласних заходів може суттєво вплинути на висвітлення даного питання, а у поєднанні з інноваційними інструменти

навчання та сучасними методиками дасть можливість отримати більш ґрунтовні та цілісні знання у учнів і сформувати їхню всебічну обізнаність в даному питанні.

Ця магістерська робота ставить за мету розглянути поняття важких металів, їхню класифікацію і особливості, вплив на процеси у довкіллі та допомогти учням набути екологічну компетенцію для формування реальної картини світу через позакласні заходи, STEM-уроки, інтеграцію даного питання в шкільні програми з хімії та інших природничих наук та інтерактивне пізнання питання через лепбукінг.

Мета та завдання дослідження.

Предметом дослідження важкі метали та їхній вплив на хімічні процеси в довкіллі.

Об'єктом дослідження методика формування знань учнів про важкі елементи.

Мета роботи зумовлена необхідністю формування понять в учнів про важкі метали через застосування STEM-напрямку в освіті та інтеграції даного питання в програми хімії та інших природничих дисциплін.

Цій меті підпорядковані такі *завдання*:

1. Проаналізувати вплив важких металів на хімічні процеси у довкіллі.
2. Вивчити сучасні напрямки формування наукових знань учнів через STEM- уроки та факультативи.
3. Сформувати екологічну компетенцію учнів.
4. Визначити рівень обізнаності учнів щодо впливу важких металів на довкілля .

Методи дослідження. В основному у магістерській роботі використані *теоретичні* методи дослідження, такі як: аналіз та синтез, індукція та дедукція) та *емпіричні*, зокрема, опитування, анкетування та тестування.

Наукова новизна одержаних результатів. Розглянуто варіанти інтеграції знань про важкі метали у навчальну програму через STEM-уроки та факультативи в навчальний процес середньої школи, що дасть можливість

сформувати екологічну компетенцію учнівства, що в свою чергу підвищить екологічну свідомість. Проведено анкетування, для визначення компетентності учнів щодо впливу важких металів на хімічні процеси у навколишньому природному середовищі.

Практичне значення одержаних результатів Матеріали даної роботи можуть використовуватися вчителями - предметниками для підбору матеріалів щодо формування екологічної компетенції учнів, формування знань про важкі метали та їх вплив на хімічні процеси у довкіллі.

Актуальні для середньої та старшої школи та майбутніх педагогів.

Структура та обсяг роботи. Дипломна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи складає 50 сторінок, в тому числі 15 рисунків, 3 таблиці, список наукових джерел інформації містить 33 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В

ДОВКІЛЛІ

1.1. Поняття та класифікації важких металів

На сьогоднішній день, немає чіткого визначення поняття «важкі метали». До важких металів хімічні елементи відносять дивлячись на їх атомну масу, густину, розповсюдженість в навколишньому середовищі, ступінь залучення в природні цикли, ступінь залучення в техногенні цикли, високу токсичність для живих організмів навіть у низьких концентраціях.

М.Ф.Реймерс до важких металів відносив елементи з густиною більше 8г/см^3 , зокрема : Бісмут (Bi), Кадмій (Cd), Кобальт (Co), Купрум (Cu), Нікель (Ni), Станум (Sn), Стибій (Sb), Плюмбум (Pb), Ртуть (Hg), Цинк (Zn).

Д.С.Орлов до важких металів відносить елементи, атомна маса яких більша за 50, а найтипівішими забруднювачами з них він називає: Вольфрам (W), Кадмій (Cd), Кобальт (Co), Купрум (Cu), Молібден (Mo), Плюмбум (Pb), Нікель (Ni), Станум (Sn), Ртуть (Hg), Цинк (Zn), Титан (Ti) [2].

Важкі метали за ступенем небезпеки випереджають двооксид карбону і сульфур та поступаються тільки пестицидам, це пов'язано з їхнім токсичним впливом на біоту при їх підвищеній концентрації.

Проте, серед важких металів існує багато елементів, які входять до найважливіших процесів у живих організмах і виступають біокаталізаторами і біорегуляторами, хоч їх надлишковий вміст у живих організмах чинить токсичну і пригнічуючу дію.

За ступенем небезпеки важкі метали поділяють на високо -, помірно -, малонебезпечні (рис.1.1).

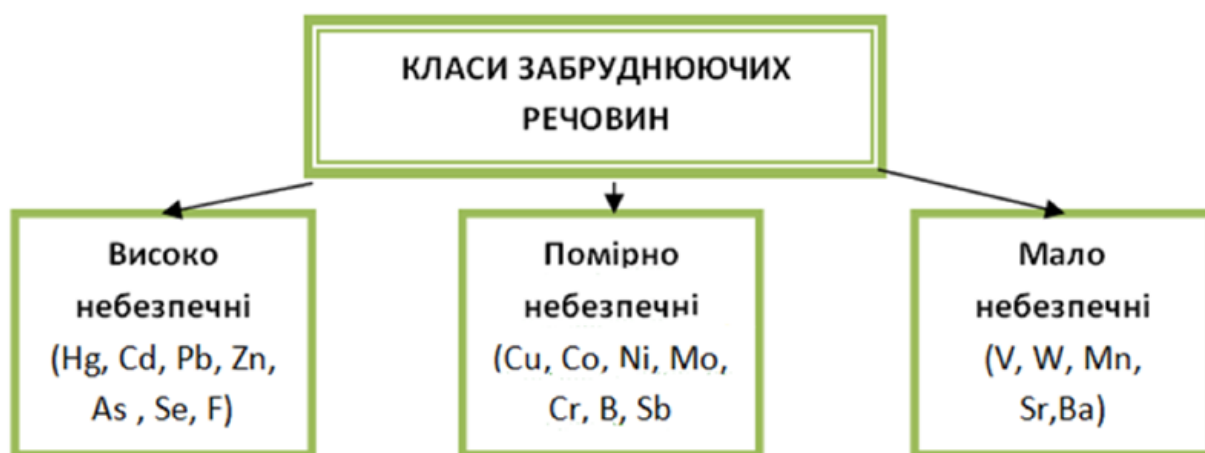


Рисунок 1.1 - Класи забруднюючих речовин за ступенем їх небезпеки

Основні характеристики важких металів та їхній вміст в навколишньому природному середовищі відображено на рис.1.2.

Властивості	Важкі метали						
Біохімічна активність	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Токсичність	В	В	В	В	В	В	В
Канцерогенність (здатність до мутацій)	В	П	П	В	П	В	П
Збагачення аерозолів	–	В	–	–	В	–	–
Мінеральна форма поширення	В	В	Н	В	Н	В	В
Органічна форма поширення	В	В	В	В	В	В	В
Рухомість	В	Н	П	В	Н	В	Н
Тенденція до біоконцентрування	В	В	П	В	В	В	П
Ефективність накопичення	В	П	В	В	П	В	В
Комплексоутворююча здатність	П	Н	В	П	Н	Н	В
Схильність до гідролізу	П	Н	В	П	П	П	В
Розчинність сполук	В	Н	В	В	Н	В	В
Час життя	В	В	В	Н	В	Н	В
Примітка: В — висока, П — помірна, Н — низька							

Рисунок 1.2 – Основні характеристики важких металів

Як видно з рисунка 1.2 до найнебезпечніших металів варто віднести Кадмій, який має високий ризик біогеохімічної небезпеки у 9 з 12 позицій, Ртуть, Плюмбум та Цинк у яких високий ризик небезпеки у 8 із 12 позицій.

1.2. Вплив важких металів на хімічні процеси у довкіллі

Варто зазначити, що важкі метали при перевищенні гранично допустимих концентрацій, тривалому опосередкованому впливі негативно впливають на всі компоненти навколишнього природного середовища.

Зокрема, негативний вплив важких металів на ґрунти проявляється у збільшенні показника деградованості та зниженні показника продуктивності та якості ґрунтів і як результат – зниження стійкості біосфери. До основних показників, які зазнають негативного впливу від надмірного впливу важких металів відносять: еродованість ґрунту, ступінь засоленості, вміст гумусу, водний та тепловий режим [2].

Найбільше негативний вплив на ґрунти проявляється у великих містах, де вже давно концентрація важких металів у ґрунтах перевищила ГДК, що несе небезпеку для життя та здоров'я їх мешканців.

Важкі метали попадають у ґрунти з атмосфери, з поверхневих та підземних вод. Після попадання у ґрунт вони засвоюються рослинами і як наслідок – можуть потрапити в організм людини.

Існують суттєві відмінності між природними та урбанізованими ґрунтами. Зокрема, природний ґрунт захищає гідромережу від забруднення, покращує хімічний склад вод. Натомість, урбанізований ґрунт забруднює поверхневі і підземні води та не є бар'єром, та може бути джерелом біологічного та хімічного забруднення [2].

Природний ґрунт слугує поглинальним бар'єром від викидів електростанцій, заводів, машин, а міський ґрунт, навпаки, є джерелом пилових бурів, а під асфальтом створюється «ефект парника».

Природний ґрунт є місцем мешкання різноманітної біоти та служить санітарним бар'єром для патогенної фауни, натомість у міському ґрунті з'являються патогенні та інтродуковані мікроорганізми, порушується відношення аеробних та анаеробних мікроорганізмів.

Відходи антропогенної діяльності згубно впливають на компоненти ґрунту. Відходи, що містять Кальцій, пил, цемент підлужнюють ґрунт, а

відходи з пластиком виділяють шкідливі речовини. Ґрунти – це природний буфер, адже вони акумулюють у себе поллютанти.

Вплив від забруднення ґрунтів на довкілля пропорційний вмісту шкідливих речовин та їх геохімічному стану.

При забрудненні ґрунтів важкими металами ключовим є природа елемента, його хімічні властивості, вміст, токсичність та термін забруднення. Тут варто зазначити, що як ґрунти так і рослини, які живуть у середовищі з підвищеним вмістом важких металів, мають здатність то акумуляції, що несе серйозну небезпеку для здоров'я населення. Тому вміст важких металів підлягає нормуванню [2]. (рис.1.3)

Типи екологічних ситуацій	ГДК		Кларки валової форми у ґрунтах
	Валові форми у:		
	ґрунтах	рослинах	
Благополучна	<0,5	<1	1-2
Задовільна	0,5-1,5	<1	2-4
Передкризова	1,5-2,0	<1	4-5
Кризова	2,0-2,5	1,1-1,5	5-6
Катастрофічна	2,5<	1,5<	6<
Примітка: ГДК — гранично допустима концентрація			

Рисунок 1.3 – Норми вмісту важких металів

Основна кількість важких металів, які опинилися на стиці ґрунт-атмосфера, акумулюються у гумусових шарах, де вони зв'язуються з органічними речовинами ґрунту, накопичуються глинистих мінералах, та є частиною ґрунтової екосистеми.

Збільшення окисних властивостей ґрунту прямо пропорційне міграційній здатності важких металів. Ґрунтове забруднення важкими металами через харчовий ланцюг викликає тяжкі хвороби у людей, скорочення тривалості життя, погіршення якості рослинної та тваринної продукції.

Також погіршуються властивості ґрунту, зокрема, знижується життєздатність мікроорганізмів, що його населяють, яка веде до скорочення їх видів.

У зв'язку з високою концентрацією важких металів знижується активність амілази, каталази та інших ферментів, пригнічується дихання мікроорганізмів, з'являються мутагенні властивості мікробіоти, зокрема, у репродуктивній системі та збільшується мікробний показник [2].

Найчутливіші до забруднення важкими металами бацили та нітрифікуючі мікроорганізми, а найстійкіші – актиноміцети та гриби, проте, варто зауважити, що популяції мікробів мають здатність до пристосування та саморегуляції. Прослідковано пряму залежність між вмістом важких металів та здатністю мікроорганізмів до пристосування [2].

Пригнічення мікрофлори залежить від металу, яким було її забруднено. Так, від забруднення Нікелем з'являються ознаки хлорозу, знижується транспірація. А від надлишку Хрому погіршується гомеостаз рослин, пошкоджуються корені, різко знижується вміст мікро- і макроелементів. Перевищення Цинку у ґрунті порушує перетворення органічної речовини, ускладнює ферментацію розкладання целюлози, та дихання мікроорганізмів. Забруднення Кадмієм порушує ферментативні процеси, фіксацію вуглекислого газу, процеси інгібування, гальмує фотосинтез, затримує ріст і розвиток рослинного організму, на молодих листках з'являється хлороз. Збільшення концентрації Кадмію пригнічує фотосинтез, знижує надходження Цинку, Фосфору, Кальцію та Сірки, погіршується урожайність, скручується, чахне старе листя.

Вплив важких металів на рослини. Приблизно 80% важких металів надходить в організм людей і тварин з рослинною їжею і лише 20% — з повітрям і водою. Тому вміст важких металів у рослинах безперечно впливає на здоров'я населення. Тут прослідковується чітка тенденція — який склад ґрунтів — такий і хімічний склад рослин. Шкідливі концентрації

(надлишок або недостача) важких металів призводить до фізіологічних порушень (рис.1.4).

Хімічні елементи	Фізіологічні порушення	
	При недостачі	При надлишку
Cu	Сухі верхівки на деревах, порушується одерев'яніння, хлороз, меланізм, вігл, білі скручені верхівки	Знижується утворення нових пагонів, корені товсті, короткі, темно-зелені листки
Zn	В однодольних між жилками наявний хлороз, рослини зупиняються у рості, на листках червоно-фіолетові цятки, присутня розетність листків	Корені товсті, короткі, пошкоджені, схожі на колючий дріт, затримання росту рослини, некроз і хлороз молодих листків
Cd	–	Корені бурі, недорозвинуті, краї листків бурі, черешки і жилки червонуваті
Hg	–	Хлороз листків та бурі цятки, сповільнення росту коренів та пагонів
Pb	–	Чахлі, скручені листки, темно-зелені лиски, короткі бурі корені

Рисунок 1.4 – Порушення фізіологічних процесів у рослинах при надлишку та недостачі важких металів.

При перевищенні фонових концентрацій важких металів на 2 порядки відбуваються суттєві зміни житті ґрунтових мікроорганізмів, зокрема: знижується ферментальна та біохімічна активність ґрунтових мікроорганізмів, починають домінувати амінолітичні мікробні угруповання, зменшується видовий склад ґрунтових мікроміцетів.

При перевищенні фонових концентрацій важких металів на 3 порядки настають швидкі і суттєві зміни всіх мікробіологічних показників, гине вся нормальна та нестійка до забруднення мікробіота, натомість розвиваються види стійкі до забруднення важкими металами, зокрема мікроміцети.

При перевищенні фонових концентрацій важких металів на 4 порядки відбувається «екологічна катастрофа» для мікроорганізмів, вони на межі повної загибелі.

Пристосування рослинних організмів до забруднення важкими металами відбувається у двох напрямках: одні намагаються пристосуватися, а інші пробують протиставитися використовуючи бар'єрні функції.

У рослин бар'єри розташовані наступним чином: корені, там затримується найбільша кількість важких металів, згодом йдуть листки і стебло і нарешті генеративні органи.

У випадку надходження важких металів з атмосферного повітря (буває у промислових регіонах) відбувається фоліарне поглинання через кутикулу листової пластини, звідти вони переміщуються у інші частини рослини та залучаються у процес обміну речовин і енергії. Даний випадок не несе для людини серйозної небезпеки у випадку ретельного миття рослинних продуктів, проте несе серйозну загрозу для тварин, які поїдають дану рослинність [2].

Вміст важких металів у рослинах залежить від виду рослин, домінують у накопиченні листові овочі, найменше важких металів у технічних культурах, бобових і злакових. Проте, все ж, існує певна закономірність у їх накопиченні. Інтенсивно поглинаються рослинами Кадмій, Цезій та Рубідій, менше Манган, Нікель і Хром і найменше Ферум, Барій та Телур.

Важкі метали особливо небезпечні тим, що накопичуються у клітинах, включаються в метаболічний цикл та утворюють дуже токсичні металоорганічні сполуки, які згубно впливають на організм викликаючи тяжкі захворювання.

РОЗДІЛ 2

ІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ УЧНІВ

2.1. Сучасні напрямки освітніх технологій

Екологічна компетентність уможлиблює сучасним людям відповідально вирішувати життєві ситуації і підпорядковувати задоволення своїх потреб принципам сталого розвитку.

Тому екологічній освіті слід приділяти ключову увагу, оскільки баланс є результатом координації економічного та соціального розвитку суспільства та збереження навколишнього природного середовища. Майбутнє дитини залежить не від того, наскільки дитина здібна до навчання, а від того, наскільки добре вона застосовує свої знання на практиці, реалізує свої здібності у вихорі сучасного життя. Тому здобувачам освіти необхідно розвивати як комунікативні навички, креативність, громадянську відповідальність і екологічне мислення, так і здатність самостійно освоювати і використовувати знання.

Це свідчить про те, що учні повинні володіти екологічними здібностями і вміннями, що дозволяють їм швидко і професійно вирішувати проблеми, пов'язані з розвитком суспільства, як в найближчому майбутньому, так і в найближчі десятиліття. Умовами успішного формування екологічних здібностей учня є використання сучасних форм і методів педагогіки, включаючи експерименти і пошуки, розвиток аналітичних та інтелектуальних навичок, вміння критично сприймати явища, інформацію і відчуття, вміння знаходити і обґрунтовувати свої життєві позиції [7].

Враховуючи, що загальна екологічна компетентність включає в себе, зокрема, активну діяльність, вчинки та наміри, належний освітній процес повинен забезпечувати не тільки перехід від зовнішнього матеріального до внутрішнього, ідеального, а й перетворення внутрішніх розумових дій на

зовнішні екологічні цінності Екстерналізація цінностей, перехід до зовнішніх проявів екологічних переконань вимагає інколи значних, амбітних зусиль, тобто усвідомлених скоординованих дій, для подолання труднощів і перешкод, які виникли, включаючи особистісні переживання, що виникають при протистоянні стереотипам споживання і необхідності регулювати або обмежувати останні відповідно до вимог сталого розвитку [7].

Формування екологічної компетентності учнів – пріоритетне завдання Нової української школи.

Відносно нещодавно в Україні розпочався процес модернізації базової освіти «Нова українська школа». Відповідно до його концепції для учня стає важливим формування компетенцій, зокрема екологічної. Зазначено, що нова українська школа має надати фундаментальні знання учням, що стануть основою формування ключових і предметних компетентностей та розвитку всесторонньо розвинутої особистості, підготовленої для навчання у вищих навчальних закладах і реалізації у житті. Ось чому, ключовим поняттям в освіті стало поняття «компетентність». Компетентність – це вміння динамічно поєднувати, власні вміння, навички, способи мислення, цінності, та якості: професійні, світоглядні та громадянські; це навик, що визначає здатність особи до успішної здійснення соціалізації та подальшої навчальної або професійної діяльності, який розвивається в результаті навчання на певному освітньому рівні[7].

Екологічну компетентність потрібно розглядати як цілісну систему, що поєднує в собі фундаментальні знання з хімії, фізики, біології, географії, природознавства і в сукупності дає можливість сформувати уявлення про навколишнє природне середовище, процеси у ньому на вплив на життя і здоров'я людини, а також раціональне ставлення до природних ресурсів. Надзвичайно важливо виховувати учнів, які здатні бачити, розуміти процеси, відчувати зміни, передбачати стан довкілля, бути здатними відновити його чи вберегти існуючий стан та розуміти своє місце у ньому (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Ключові компетентності відповідно до «Концепції нової української школи».

Екологічну компетентність необхідно формувати протягом життя незалежно від соціального статусу та вікової категорії. Але найефективніше її формування відбувається у шкільні роки коли формування і становлення особистості відбувається найінтенсивніше і це дає можливість учням самовиражатися і самоутверджуватися у даному напрямку.

XXIст. – це доба технічного процесу і глобальних екологічних загроз водночас. У руках екологічно свідомих, компетентних, добрих людей технічний процес робить велике благо людям підвищуючи рівень їх матеріального забезпечення і комфортних умов для життя, а в руках недалекоглядних людей – зброєю, яка може негативно впливати на все людство.

Наша доба характеризується великим технологічним проривом у галузі хімії та фізики і саме на цих уроках ми можемо познайомити учнів з новітніми продуктами хімічних технологій. Проте, під час цього знайомства ми не повинні забувати, що новітній продукт екологічно компетентна людина розглядає не як самостійну одиницю, а як систему, яка включає весь процес його виробництва, а згодом і утилізації.

Отже, ключовим завданням шкільного курсу хімії є становлення особистості, яка уміє грамотно застосовувати свої знання з хімії, є екологічно свідомою та компетентною, має чітке розуміння процесів, що відбуваються у природі і здатна спрогнозувати вплив тих чи інших галузей промисловості на довкілля. Природничі дисципліни - це навчальні дисципліни, що можуть здійснювати екологічну освіту і виховання учнів безпосередньо у процесі навчання.

Вагомим внеском у реалізацію даного напрямку є таке поняття як STEM-урок. STEM-освіта (Science, Technology, Engineering, Mathematics) - це інтегрований підхід до навчання, що об'єднує у собі Science - науку, Technology - технології, Engineering - інженерію та Mathematics - математику для створення цілісної системи знань. Даний вид діяльності поєднує різні предметні галузі, роботу у динаміці та різні способи подання інформації учням, що підвищує їх інтерес до навчальної діяльності.

2.2 Інтеграції теми «Важкі метали» у шкільну програму з хімії для формування екологічної свідомості учнів

Концепції Нової української школи передбачено, що програмовий матеріал має чітке екологічне спрямування. У навчальних програмах з хімії та фізики це стосується найбільше глобальних екологічних проблем.

Проте, аналізуючи шкільну програму з цих предметів ми бачимо, що зовсім не висвітлена така важлива тема як вплив важких металів на довкілля.

Пропонується на уроці хімії у 7 класі, при розгляді простих речовин згадати коротко про важкі метали та їх вплив на компоненти навколишнього природного середовища.

Під час виконання лабораторних робіт потрібно проконсультувати учнів про способи утилізації речовин, з якими вони зустрічаються під час дослідів на уроках хімії. Саме на цій стадії навчання формується наскрізна лінія пов'язана з тим, що дотримуючись техніки безпеки з хімічними

речовинами можна уникнути потрапляння багатьох небезпечних речовин у довкілля.

У темі «Хімічні елементи» можна пояснити учням загальний поділ Періодичної таблиці, охарактеризувати її представників. Коли зайде мова про метали, згадати про важкі метали і їхній вплив на компоненти навколишнього природного середовища. Підсумувати, що збільшення важких металів в навколишньому середовищі, яке перевищує нормальний (фоновий) вміст прямо пропорційне збільшенню забруднення довкілля.

Під час розгляду теми «Вода», можна розглянути і забруднення води. Тут доцільно згадати про забруднення важкими металами (зокрема ртуттю) водних об'єктів від целюлозно-паперової промисловості [7].

У 8 класі під час вивчення теми «Солі» варто зацентувати увагу дітей на ґрунт, який є основним компонентом біосфери та відбувається міграція хімічних речовин. Саме у ньому відбувається детоксикація шкідливих речовин. Тут варто зазначити, що основними забрудниками ґрунту є важкі метали, які потрапляють у ґрунт разом з пестицидами та добривами і при перевищенні гранично допустимої концентрації стають токсичними, а також викиди від промислових об'єктів.

У вивченні *Періодичного закону й Періодичної системи* необхідно ознайомити учнів з питаннями радіоактивності, біологічним впливом радіоактивного випромінювання та розпадом та напіврозпадом елементів. Тут можна перелічити метали, які по відносній атомній масі відносяться до важких чи надважких.

Вказати на проблему забруднення Цезієм –137 та Стронцієм-90 ґрунту через який вони потрапляють у рослинний організм, а згодом і в організм тварин та людини викликаючи серйозні хвороби. Тут необхідно згадати і про аварію на Чорнобильській АЕС, що в свою чергу призвело до погіршення загального здоров'я населення та збільшення випадків онкологічних та серцево-судинних захворювань [7].

У курсі 9 класу пропонується розвивати у учнів екологічну грамотність через позакласні заходи та інтегровані уроки (хімія-фізика, хімія-біологія).

У 10 класі є можливість ширше зачепити питання важких металів через інтегрування їх у вже наявну тему метали. Тут можна класифікувати метали виділивши як окрему групу – важкі. Розглянути їх негативний вплив на компоненти навколишнього природного середовища, проте зазначити, що багато з них в нормальній кількості є необхідні організмові.

Так, Цинк, наявний в організмі людини та міститься у м'язових тканинах, у крові, інсуліні, задіяний у білковому обміні, проте при перевищенні його вмісту в організмі можливе виникнення онкологічних захворювань.

Необхідно згадати і про ртуть. Випари ртуті є дуже токсичними і при їх вдиханні вражається нервова система, клітини мозку, слизова оболонка ротової порожнини. Тут доречним буде приклад вчительки хімії Ясько Г.М. «Ртутно-цинкова батарейка купляється, а після використання за призначенням і викидається. А що відбувається з нею далі? Спочатку вона, у кращому випадку, потрапляє до сміттового контейнера. Потім контейнер відвозять на сміттєспалювальну станцію. Тут сміття спалюють, ртуть нагрівається, і утворюються ртутні пари, що викидаються в атмосферу. Ртутні пари досить токсичні. Вітер підхоплює їх, і врешті-решт вони осаджуються на землю з дощем або снігом. Потрапивши, скажімо, до річки або озера, ртуть конденсується та опускається на дно.

Тут її переробляють бактерії. Вона розчиняється у воді й поглинається рибами. Оскільки ртуть не бере участі в метаболізмі, вони накопичується в органах і м'ясі риб. Рибу виловлює та з'їдає людина, а отруйна ртуть відкладається в його органах. І так далі.» [7].

Також руть входить до складу люменісцентних ламп та медичних термометрів. Тут буде актуально розробити з учнями, або продемонструвати наявний лепбук «Що робити при розливі ртуті?».

Варто також сказати про Кадмій (Cd), як вагомий забруднювач. Кадмій може потрапити в організм через їжу (80%) та при курінні (20%). Він надходить у довкілля через зафарбовану кадмієвими сполуками арматуру, пластмаси харчової промисловості. Кадмій міститься у більшості рослинних продуктів (найбільше його в грибах, зернових, картоплі, фруктах, рослинній олії) та у тваринних продуктах (надзвичайно багато його накопичується у яйцях).

Кадмій мутагенний та канцерогенний елемент. Він заміщає цинк в системах, які формують кістки, що викликає серйозні захворювання. Також він порушує обмін заліза та кальцію, спричиняючи: анемію, гіпертонічну хворобу, зниження імунітету та викликає онкологічні захворювання, зокрема - рак легенів (80-90% хворих на рак легенів – курці). Тютюн накопичує Кадмій з ґрунту, що в багато разів перевищує його вміст в основних продуктах харчування.

Рекомендована добова доза кадмію близько 70 мкг, проте реально його надходить приблизно 150 мкг/добу.

Ще одним дуже небезпечним важким металом є свинець (Pb) який теж належить до першої групи небезпеки. Це один з найпоширеніших і найнебезпечніших токсичних речовин. Його використовують при виробництві глазури, свинцевих білил. Практично всі харчові продукти, вода та інші компоненти НПС ним забруднені. Кожні 14 років відбувається подвоєння вмісту свинцю. У навколишньому середовищі він міститься у тонких аерозолях оксидів. Найбільший його вміст вздовж автомагістралей, це пов'язано з використанням тетраетилсвинцю у бензині. Саме автомобілі є основними постачальниками свинцю у довкіллі. Свинець небезпечний тим, що згубно діє на ЦНС, призводить до анемії, знижує розумову активність, негативно впливає на роботу нирок.

Учням можна навести такі цікаві факти, що кісткові тканини сучасних людей містять в 500 разів більше свинцю ніж у людини яка жила у Vст.н.е., а вміст свинцю у зернових біля автомагістралі у 10 разів більший ніж на

відстані 0,3км від неї. Тут можна зробити з учнями мозковий штурм і висновки, з чим пов'язані такі результати.

У даній темі можна продемонструвати шляхи надходження важких металів у довкілля (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Шляхи надходження важким металів у довкіллі [6]

З учнями можна спробувати пошукати вирішення даної проблеми і у цьому можуть слугувати дерева, які добре затримують важкі метали (липа, каштан, тополя та інші) і насаджені вздовж автострад. Можна проаналізувати вміст важких металів у своєму місті та області. Можна запропонувати зробити учням проект про вміст важких металів у різних регіонах України.

У темі «*Корозія металів*». Можна повідомити учнів, що у промислових регіонах, де забруднення довкілля набагато суттєвіше корозія металів відбувається у десятки разів швидше ніж у місцях з нормальним вмістом забруднюючих речовин.

У темі «*Металургія*». Можна розглянути з учнями таку проблему як суттєве вилучення природних ресурсів з надр Землі, що може в майбутньому викликами їх дефіцит з однієї сторони, а з іншої сторони мільярди тон відходів викликаних роботою промисловості (тільки 10% ресурсів ми використовуємо, а решта стає відходами). Тут також можна вказати на шляхи забруднення компонентів довкілля важкими металами, запропонувати учням самим спробувати зобразити колообіг важких металів у природі.

Також, доцільно вказати, що при видобуванні сировини забруднюються всі компоненти біосфери. Тут можна навести приклад виробництва чавуну і сталі де побічно виділяються такі важкі метали як

ртууть та свинець. Основні напрямки порушення біосфери наведено на рисунку 2.3.

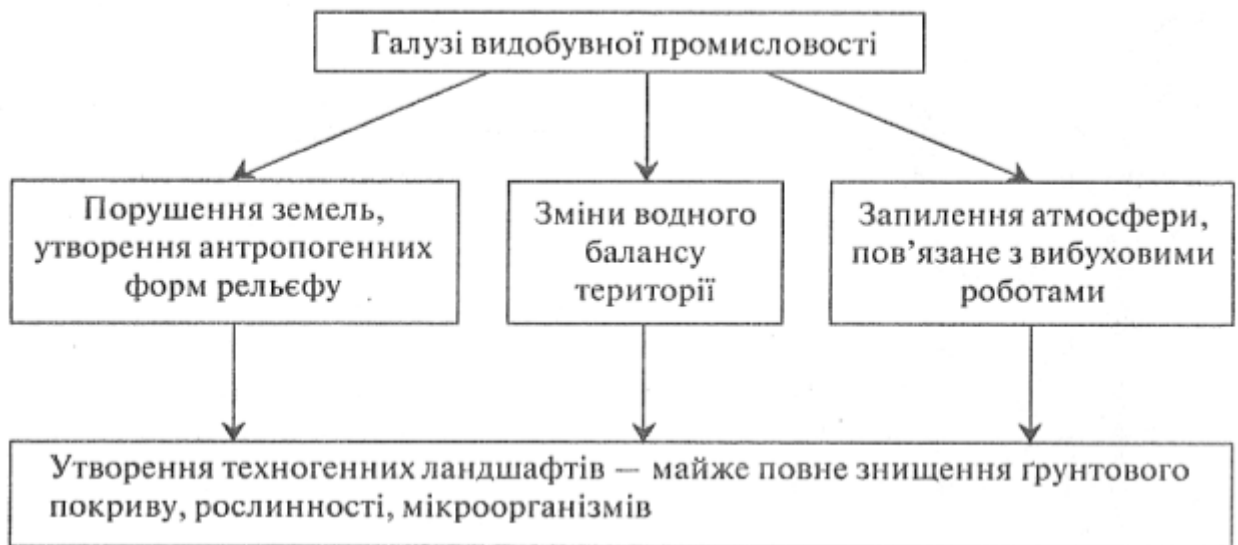


Рисунок 2.3 – Основні напрямки порушення біосфери у галузі видобувної промисловості [6]

Можна розглянути з учнями принципи раціонального природокористування, коли у промисловість залучене безвідходне виробництво, яке дає змогу значно скоротити кількість відходів та використання природних ресурсів. Було підраховано, що лише 50% руди яку переробляють іде на чавун та сталь, а решта перетворюється на шлак.

У галузі переробної промисловості забруднення важкими металами відбувається у всіх компонентах навколишнього природного середовища (2.4).



Рисунок 2.4 – Забруднення довкілля від переробної промисловості [6]

Також варто розглянути з учнями принцип рециклінгу виробництва, який суттєво зменшує викиди важких металів у навколишнє природне середовище. Так, більше ніж 50% сталі виготовляється з металобрухту, адже це набагато рентабельніше. Чому металобрухт рентабельніший ніж руда? Бо він вже вийнятий, не потрібно будівельних робіт, геологічних розрізів, буріння шахт, пального, великих капіталовкладень. При цьому зменшується викиди в атмосферу, потреба у воді, кількість виробничих відходів [7].

У вивченні теми «*Метали*» було б доцільно розв'язати декілька задач екологічного спрямування.

У курсі хімії в 11 класі питання важких металів можна висвітлити у темі «*Роль хімії в житті суспільства*». Тут можна влаштувати дискусію, або запропонувати підготувати доповіді. Розв'язати задачі екологічного спрямування.

Саме таким способом можна вирішити проблему відсутності теми «Важкі метали» у шкільній програмі з хімії та інших природничих дисциплін - інтегруючи її у навчальну програму відповідно до запропонованих варіантів.

Також тему «Важкі метали» можна розглянути на факультативі чи STEM-уроках, адже реалії та виклики сучасного життя вимагають цього.

Пройшовши курс хімії учні здобудуть екологічну компетентність у даному напрямку і зможуть свідомо приймати рішення, та уміло застосовувати свої знання на практиці для розв'язання актуальних проблем., адже ***«Природа – це не те, що ми отримали у спадщину від пращурів, а те що ми взяли в позику від нащадків»***

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1. Конспект STEM- уроку «Вплив важких металів на хімічні процеси в навколишньому середовищі»(Хімія 10 клас, хімія 11 клас)

«Земля ніколи не повертає без надлишку те, що отримала»

Цицерон Марк Туллій

«Людство далі не може стихійно будувати свою історію, а повинно узгоджувати її з законами біосфери, від якої людина невіддільна. Людство на Землі і навколишнє його жива і нежива природа становлять щось єдине, що живе за загальними законами природи. »

В.І. Вернадський

Тема "Вплив важких металів на хімічні процеси в навколишньому середовищі»

Мета уроку:

навчальна:

- Узагальнити та систематизувати знання про важкі метали, які були отримані на уроках хімії, фізики, природи, біології у середній та старшій школі;
- зрозуміти вплив важких металів на хімічні процеси компонентів навколишнього середовища та організму людини;

розвиваюча:

- розвивати вміння учнів застосовувати набуті раніше знання;
- розвивати в учнів навички системного підходу до вирішення складних екологічних ситуацій;
- розвинути у учнів здатність до прогнозування процесів, що відбуваються у довкіллі.

виховна:

- виховувати екологічно свідому особистість, яка несе відповідальність за власні вчинки та їх наслідки.

Завдання:

- формування ключових компетентностей учнів, зокрема :
 - екологічна грамотність і здорове життя;
 - спілкування державною мовою;
 - уміння вчитися впродовж життя;
- формування предметних компетентностей:
 - сформувати у учнів системний екологічний погляд на поняття важких металів, їх вплив на хімічні процеси у навколишньому природному середовищі та вплив на здоров'я людини;
 - розвинути комплексні знання у здобувачів освіти з природничих наук в курсі шкільної програми;
 - сприяти розвитку критичного та екологічного мислення серед учнівства.
 - виховати в учнів екологічні навички поводження з токсичними речовинами та навички поводження з небезпечними відходами .

Обладнання:лепбук, комп'ютер, проектор

Тип уроку: STEM-урок.

Форми роботи: дискусія, дебати, пояснення вчителя.

Обладнання :підручник, презентація, лепбук

Базові поняття і терміни:важкі метали, гранично допустимі концентрації, канцерогенні речовини

Наскрізнi змістові лінії: Екологічна безпека і сталий розвиток.

Хід уроку:

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

Взаємне привітання учнів та вчителя, налаштування на успішну та продуктивну роботу на уроці.

II. ФРОНТАЛЬНЕ ОПИТУВАННЯ ДО КЛАСУ, ЩОДО ПОНЯТТЯ ВАЖКІ МЕТАЛИ

III. ПОСТАНОВКА МЕТИ УРОКУ, ОГолошення завдань уроку

Вчитель: впродовж навчання у школі, на уроках природи, хімії, фізики, біології, ви неодноразово обговорювали та вивчали таку тему як «Метали». А сьогодні ми спробуємо розглянути групу металів під назвою «важкі», з'ясуємо, чому потрібно вивчити їх більш ґрунтовно і як вони можуть впливати на хімічні процеси в навколишньому природному середовищі.

Основні завдання уроку:

- промоніторити знання учнів з теми «Метали» та «Важкі метали»;
- Виробити розуміння поняття «Важкі метали»;
- систематизувати та узагальнити знання про важкі метали, класифікацію, представників, способи поширення, вплив на навколишнє природне середовище;
- допомогти учням за допомогою методів індукції і дедукції сформуванати цілісну екологічну систему і вплив важких металів на неї.

IV. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ І МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ

Вчитель: чи розбивали ви, або хтось з ваших оточуючих медичний термометр?

Учні: відповідають.

Вчитель: Що ви робили коли виникала така ситуація?

Учні: відповідають.

Вчитель: А чи знаєте ви чому так небезпечно розбити термометр?

Учні: відповідають.

Вчитель: А що саме ви чули про ртуть?

Учні: відповідають.

Вчитель: Чи хотіли б ви детально дізнатися послідовність дій при розбитті термометра ?

Учні: відповідають.

Вчитель: демонструє лепбук з послідовністю дій при розливі ртуті.

Вчитель: отож давайте опрацюємо лепбук і уявимо, що ми розбили термометр у кабінеті хімії.

Учні: називають варіанти послідовності дій при розбитті термометра.

V. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Важкі метали та їхній вплив на хімічні процеси у довкіллі

Важкі метали - це складна не чітко виражена група хімічних елементів, що володіють характеристиками металів зі значною атомною масою і густиною понад 5г/см^3 , йони і сполуки яких мають виражену токсичну дію на організм.

Сам термін "важкий метал" різний в трактуванні окремими авторами. Зокрема, в технічній літературі, де метали діляться на легкі і важкі за густиною (важкі - більші за 5 г/см^3).

У екологічній класифікації керуватися не густиною, а відносною атомною масою. Важкі метали містять більше 40 хімічних елементів, а їх атомна маса становить понад 50 а.о. Це пов'язано з тим, що токсичність сполук металів має тенденцію до збільшення зі збільшенням атомної маси. Не всі важкі метали токсичні, багато з них залучені до виконання важливих функцій в організмі. Однак, високі дози також можуть викликати токсичні ефекти при попаданні в організм.

Залежно від функцій, які вони виконують та концентрації в організмі всі важкі метали діляться на:

Біогенні елементи (обов'язкові) необхідні для життєдіяльності організмів та слідові елементи – елементи, які завжди присутні в живих організмах, але їх функція залишається невідомою.

Не існує точного розмежування між біогенними і слідовими елементами, оскільки ми не володіємо повною інформацією, які функції виконують певні елементи.

Так, у першій половині XX ст. біогенними вважали: Оксиген, Карбон, Нітроген, Гідроген, Фосфор, Сульфур, Натрій, Калій, Магній, Кальцій, Хлор, Ферум (важкий метал) – всього дванадцять елементів, то на даний момент

біогенних елементів необхідних для життя стає 31, з них важкі метали: Хром, Нікель, Селен, Арсен, Аргентум, Аурум, Германій, Кадмій, Станум, Рубідій .

Причинами токсичності сполук важких металів є порушення швидкості і спрямованості біохімічних процесів в клітинах, пошкодження мембранних структур і будови нуклеїнових кислот.

Основною причиною забруднення біогеосистеми важкими металами є діяльність людини з видобутку та використання цих хімічних елементів. Якщо в давнину людина використовувала не більше 18 хімічних елементів, то у XVIII ст. їх було вже 28, а на початку XX ст. – 70 елементів. Практично всі елементи Періодичної системи людство "перекачує" з донних відкладень на поверхню Землі. Крім того, в процесі використання більшість металів не концентруються, а, навпаки, розсіюються людиною (нагромадження характерне тільки для дорогоцінних металів). Так, за час існування сучасної цивілізації було виплавлено близько 350 мільярдів тонн заліза, а сучасні запаси заліза складають всього 100 мільярдів тонн, отже втрата 250 мільярдів. Видобуток рідкісних металів привів до багатократного збільшення їх міграції у біосфері.

На сьогоднішній день, немає чіткого визначення поняття «важкі метали». До важких металів хімічні елементи відносять дивлячись на різні показники: атомну масу, густину, токсичність і т.п.

М.Ф.Реймерс до важких металів відносив елементи з густиною більше 8г/см^3 , Д.С.Орлов - елементи, атомна маса яких більша за 50.

Важкі метали за ступенем поступаються тільки пестицидам, це пов'язано з їхнім токсичним впливом на біоту при їх підвищеній концентрації.

Проте, серед важких металів існує багато елементів, але їх надлишковий вміст у живих організмах чинить токсичну і пригнічуючу дію.

За ступенем небезпеки важкі метали поділяють на високо -, помірно -, малонебезпечні .

Варто зазначити, що важкі метали при перевищенні гранично допустимих концентрацій, тривалому опосередкованому впливі негативно впливають на всі компоненти навколишнього природного середовища.

Зокрема, негативний вплив важких металів на ґрунти проявляється у збільшенні показника деградованості та зниженні показника продуктивності та якості ґрунтів і як результат – зниження стійкості біосфери.

Найбільше негативний вплив на ґрунти проявляється у великих містах, де вже давно концентрація важких металів у ґрунтах перевищила ГДК, що несе небезпеку для життя та здоров'я їх мешканців.

Важкі метали попадають у ґрунти з атмосфери, з поверхневих та підземних вод. Після попадання у ґрунт вони засвоюються рослинами і як наслідок – можуть потрапити в організм людини.

Існують суттєві відмінності між природними та урбанізованими ґрунтами. Зокрема, природний ґрунт захищає гідромережу від забруднення, покращує хімічний склад вод. Натомість, урбанізований ґрунт забруднює поверхневі і підземні води та не є бар'єром, та може бути джерелом біологічного та хімічного забруднення.

Природний ґрунт є місцем мешкання різноманітної біоти та служить санітарним бар'єром для патогенної фауни, натомість у міському ґрунті з'являються патогенні та інтродуковані мікроорганізми, порушується відношення аеробних та анаеробних мікроорганізмів. Ґрунти – це природний буфер, адже вони акумулюють у себе полютанти.

Вплив від забруднення ґрунтів на довкілля пропорційний вмісту шкідливих речовин та їх геохімічному стану.

При забрудненні ґрунтів важкими металами ключовим є природа елемента, його хімічні властивості, вміст, токсичність та термін забруднення. Тут варто зазначити, що як ґрунти так і рослини, які живуть у середовищі з підвищеним вмістом важких металів, мають здатність то акумуляції, що несе серйозну небезпеку для здоров'я населення.

Також погіршуються властивості ґрунту, зокрема, знижується життєздатність мікроорганізмів, що його населяють, яка веде до скорочення їх видів.

У зв'язку з високою концентрацією важких металів знижується активність амілази, каталази та інших ферментів, пригнічується дихання мікроорганізмів, з'являються мутагенні властивості мікробіоти, зокрема, у репродуктивній системі та збільшується мікробний показник.

Пригнічення мікрофлори залежить від металу, яким було її забруднено. Так, від забруднення Нікелем з'являються ознаки хлорозу, знижується транспірація. А від надлишку Хрому погіршується гомеостаз рослин, пошкоджуються корені, різко знижується вміст мікро і макроелементів. Перевищення Цинку у ґрунті порушує перетворення органічної речовини, ускладнює ферментацію розкладання целюлози, та дихання мікроорганізмів. Забруднення Кадмієм порушує ферментативні процеси, фіксацію вуглекислого газу, процеси інгібування, гальмує фотосинтез, затримує ріст і розвиток рослинного організму, на молодих листках з'являється хлороз. Збільшення концентрації Кадмію пригнічує фотосинтез, знижує надходження Цинку, Фосфору, Кальцію та Сірки, погіршується урожайність, скручується, чахне старе листя.

Вплив важких металів на рослини. Приблизно 80% важких металів надходить в організм людей і тварин з рослинною їжею і лише 20% — з повітрям і водою. Тому вміст важких металів у рослинах безперечно впливає на здоров'я населення. Тут прослідковується чітка тенденція — який склад ґрунтів — такий і хімічний склад рослин. Шкідливі концентрації (надлишок або нестача) важких металів призводить до фізіологічних порушень.

Пристосування рослинних організмів до забруднення важкими металами відбувається у двох напрямках: одні намагаються пристосуватися, а інші пробують протиставитися використовуючи бар'єрні функції.

У рослин бар'єри розташовані наступним чином: корені, там затримується найбільша кількість важких металів, згодом йдуть листки і стебло і нарешті генеративні органи.

У випадку надходження важких металів з атмосферного повітря (буває у промислових регіонах) відбувається фоліарне поглинання через кутикулу листової пластини, звідти вони переміщуються у інші частини рослини та залучаються у процес обміну речовин і енергії. Даний випадок не несе для людини серйозної небезпеки у випадку ретельного миття рослинних продуктів, проте несе серйозну загрозу для тварин, які поїдають дану рослинність.

Вміст важких металів у рослинах залежить від виду рослин, домінують у накопиченні листові овочі, найменше важких металів у технічних культурах, бобових і злакових. Проте, все ж, існує певна закономірність у їх накопиченні. Інтенсивно поглинаються рослинами Кадмій, Цезій та Рубідій, менше Манган, Нікель і Хром і найменше Ферум, Барій та Телур.

Важкі метали особливо небезпечні тим, що накопичуються у клітинах, включаються в метаболічний цикл та утворюють дуже токсичні металоорганічні сполуки, які згубно впливають на організм викликаючи тяжкі захворювання.

VI. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ

Вчитель: для закріплення знань отриманих на уроці пропоную вам назвати 3 важких метали, які є найнебезпечнішими для довкілля і людини?

Учні: Ртуть, Плюмбум, Кадмій

Вчитель: Давайте поділимося на 3 групи і спробуємо уявити шлях важких металів від джерела викиду до людини? (кожна група охарактеризовує свій метал)

VII. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Отож, сьогодні на уроці ми дізналися, про важкі метали. Вони мають значну атомну масу і густину понад 5г/см^3 , йони і сполуки яких мають

виражену токсичну дію на організм. У екологічній класифікації керуватися не густиною, а відносною атомною масою, це пов'язано з тим, що токсичність сполук металів має тенденцію до збільшення зі збільшенням атомної маси. Не всі важкі метали токсичні, багато з них залучені до виконання важливих функцій в організмі. Однак, високі дози також можуть викликати токсичні ефекти при попаданні в організм.

Причинами токсичності сполук важких металів є порушення швидкості і спрямованості біохімічних процесів в клітинах, пошкодження мембранних структур і будови нуклеїнових кислот.

VIII. РЕФЛЕКСІЯ ДІЯЛЬНОСТІ

Вчитель: проаналізуйте вивчене на уроці. Що для вас виявилось новим?

Учні діляться своїми враженнями.

XI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Зробити навчальний проект на тему «Забрудненість важкими металами у області».

2.2 План-конспект позакласного заходу на тему: «Важкі метали»

Мета: Закріпити та поглибити знання учнів з теми «Важкі метали», розширити кругозір учнів про вплив важких металів на організм, шляхи потрапляння в і способи виведення з організму, сприяти розвитку логічного мислення учнів, а також уміння чітко і коротко висловлювати свою думку.

Обладнання: мережа Інтернет, табличний матеріал, Періодична таблиця

Методи та методичні прийоми: Словесні (бесіда, розповідь, пояснення), практичні (аналіз, висновки), наочні (періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва, дидактичні таблиці).

Хід роботи:

- 1.) Для структурування знань учнів з теми «Важкі метали» пропонується заповнити таблицю використовуючи мережу Інтернет.

2) Охарактеризувати ситуацію в Україні пов'язану з забрудненням важкими металами навколишнього природного середовища.

Заповніть таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Забруднення важкими металами навколишнього природного середовища в Україні

Назва металу	Джерела надходження в навколишнє середовище	Вплив на хімічні процеси у навколишньому природному середовищі	Способи зменшення негативного впливу на довкілля
Плюмбум (Свинець) Pb			
Ртуть (Меркурій) Hg			
Арсен (Миш'як) As			
Цинк Zn			
Кадмій Cd			

3). Який вплив важких металів на організм людини?

Заповніть таблицю про вплив важких металів на організм людини.
(таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив важких металів на організм людини

Назва металу	Способи потрапляння в організм людини	Вплив на організм	Способи виведення
Плюмбум (Свинець) Pb			
Ртуть (Меркурій) Hg			
Арсен (Миш'як) As			
Цинк Zn			
Кадмій Cd			

Зробіть висновки про вплив важких металів на довкілля та людину.

3.3. Лепбукінг як засіб для ефективного запам'ятовування інформації учнями

«Лепбук» дослівно перекладається як «книга на колінах». Тобто це розгортка з найрізноманітнішими конвертиками, кишеньками, малюнками об'єднаними однією тематикою. Спочатку лепбуки застосовували для покращення запам'ятовування дітей дошкільного віку, згодом дану методику почали використовувати не тільки для дошкільнят, ускладнивши їхню тематику.

Не має чіткого формату, яким має бути лепбук, проте, традиційно, здебільшого це лист картону чи паперу формату А3 або А4 з прикріпленими різноманітними картинками та вкладками. Це може бути як один аркуш так і книжка, розгортка, папка чи щось схоже. Основна вимога – щоб інформація запам'ятовувалася, була чіткою і цікавою, зображення яскравими

Лепбук може створити як вчитель та учень, або разом. Під час спільної роботи учні можуть обрати для себе частину роботи, що їм імпонує підібрати тему, підібрати інформацію, підписати, малювати, вирізати, клеїти. Ключова тут співпраця вчителя з учнями.

Під час проходження науково-педагогічної практики в Угорницькому ліцеї Івано-Франківської міської ради у рамках тижня «Природничих наук», учням було запропоновано спільно з вчителем - практикантом розробити лепбук та репрезентувати його на міжпредметному STEM-уроці. Тематика лепбуку, повинна була стосуватися теми «Важких металів», учнів одноголосно цікавило питання розливу ртуті, тому було створено лепбук на тему «Що потрібно робити при розливі ртуті?» (рис. 3.1).

Напередодні «Тижня природничих наук» з учнями була узгоджена тема, яка відповідала змісту майбутнього STEM-уроку. Також обговорювалися ідеї формату лепбуку, оформлення, учні допомогли з візуалізацією проекту (створення векторного зображення термометра, підібрані картинки відповідного змісту і роздільної здатності). Лепбук був

репрезентований на STEM-уроці «Вплив важких металів на хімічні процеси в навколишньому середовищі» у 10 та 11 класі та на позакласному заході схожої тематики у 8-А у рамках тижня «Природничих наук». Також з метою підвищення екологічної компетенції учнів даний лепбук був продемонстрований учням 6 класу на уроці «Природа» та іншим школярам середньої школи.



Рис. 3.1 «Що потрібно робити при розливі ртуті?».

Всередині лепбуку міститься 3 аркуші з інформацією про те, що робити при розливі ртуті, та кишеньки-вкладки з інформацією, що категорично не можна робити в даній ситуації (рис 2.14).

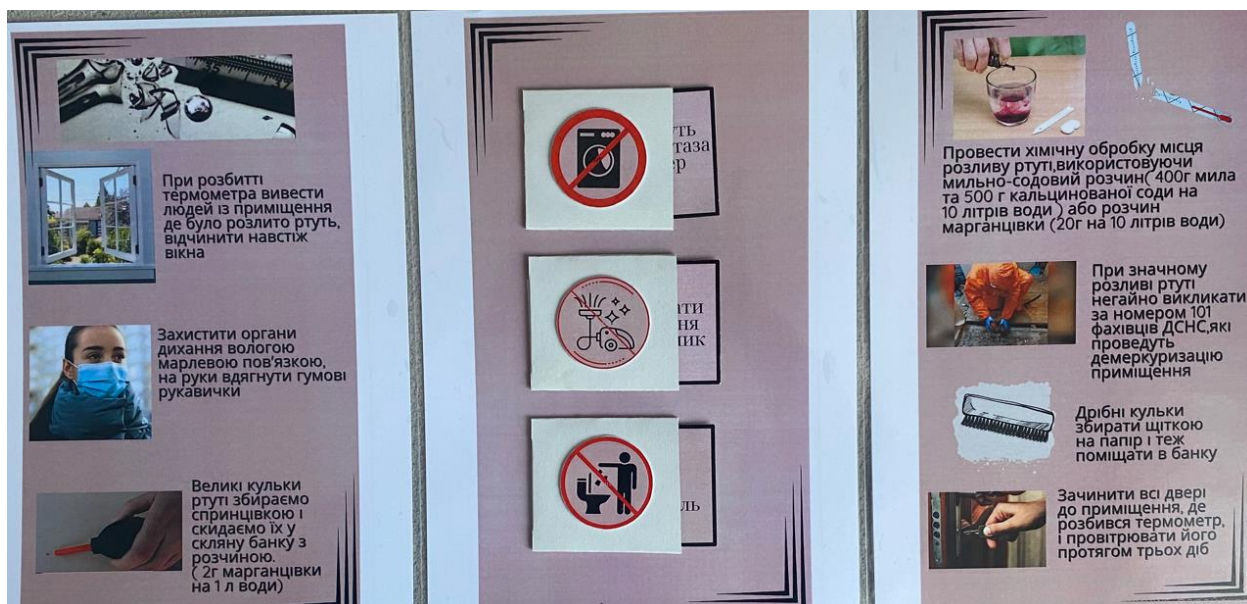


Рис. 3.2 Лепбук у розгорнутому вигляді

Зліва та справа міститься інформація проілюстрована картинками, про послідовність дій у разі розливу ртуті. Посередині містяться 3 кишеньки з умовними позначками, про те, що заборонено робити в даній ситуації. У кишеньках знаходяться картонові листки-вставки, де детально пояснено, що не потрібно робити. У першій кишеньці, де знаходиться ілюстрація пральної машини вказано, що прати речі у пральній машині щоб позбутися видимих крапель ртуті заборонено. У другій кишеньці з зображенням порохотяга вказано, що заборонено використовувати порохотяг чи віник. У третій кишеньці, де зображено унітаз вказано, що виливати ртуть в раковину чи в контейнер для сміття заборонено.

Даний лепбук чудово підійде для ілюстрування теми «Важкі метали» у всіх класах, а також на позакласних заходах.

РОЗДІЛ 4

З'ЯСУВАННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ УЧНІВ ЩОДО ТЕМИ «ВАЖКІ МЕТАЛИ»

Під час написання даної роботи, було з'ясовано, що теми «Важкі метали» немає у навчальній програмі жодного класу.

Під час проходження науково-педагогічної практики в Угорницькому ліцеї Івано-Франківської міської ради у рамках підготовки до тижня «Природничих наук» було проведене опитування учнів, щодо їх знань про важкі метали. Ось перелік запитань з варіантами відповідей:

1. Чи чули ви колись термін «важкі метали»?

- А) так, неодноразово
- Б) декілька разів
- В) ніколи не чув/чула
- Г) не можу дати відповідь на дане запитання

2. Чи можете ви пояснити значення терміну «важкі метали»?

- А) так, звісно
- Б) значення розумію, але термін сформулювати не можу
- В) тільки частково розумію значення даного терміну
- Г) не можу дати відповідь на дане запитання

3) Чи загадувався термін «важкі метали» у шкільній програмі?

- А) так, чув/чула його в інших природничих дисциплінах
- Б) можливо чув/чула його на уроках музики
- В) ніколи не чув/чула
- Г) не можу дати відповідь на дане запитання

4) Як ви гадаєте, з чого пішов вислів «важкі метали»?

- А) від маси елементу
- Б) від жанру музики
- В) від токсичності
- Г) не можу дати відповідь на дане запитання

5) Чи хотіли б ви детальніше дізнатися про тему «Важкі метали» у рамках тижня «Природничих наук»?

А) так, звісно

Б) скоріше так, ніж ні

В) скоріше ні, ніж так

Г) не можу дати відповідь на дане запитання

Таблиця 4.1 – результати анонімного опитування учнів Угорницького ліцею Івано-Франківської міської ради

	6 клас	8 клас	10 клас	11 клас
1. Чи чули ви колись термін «Важкі метали»?				
так, неодноразово	8	2	2	3
декілька разів	7	10	11	11
ніколи не чув/чула	2	6	1	1
не можу дати відповідь на дане запитання	5	2	2	1
2. Чи можете ви пояснити значення терміну «Важкі метали»?				
так, звісно	0	0	1	2
значення розумію, але термін сформулювати не можу	5	2	7	5
тільки частково розумію значення даного терміну	10	3	4	6
не можу дати відповідь на дане запитання	7	15	4	3
3. Чи загадувався термін «Важкі метали» у шкільній програмі?				
так, чув/чула про нього на уроках природничого спрямування	5	10	10	12
можливо чув/чула про нього на уроках музики	2	3	0	0
ніколи не чув/чула	7	6	1	1
не можу дати відповідь на дане запитання	8	1	5	3
4. Як ви гадаєте, з чого пішов вислів «важкі метали»?				
від атомної маси елементу	5	5	10	12
від жанру музики	2	3	0	0
від токсичності	10	5	3	3
не можу дати відповідь на дане запитання	5	7	3	1
5. Чи хотіли б ви детальніше дізнатися про тему «важкі метали» у рамках тижня «Природничих наук»?				
так, звісно	15	10	6	7
скоріше так, ніж ні	5	5	6	3
скоріше ні, ніж так	2	4	3	6
не можу дати відповідь на дане запитання	0	1	1	0

Опитування було анонімне і містило 5 запитань з 4 варіантами відповідей на кожне. Запитання для всіх респондентів були однакові, щоб проаналізувати, різницю між відповідями учнів 6 та 11 класу, адже до 11 класу хоч учні і не вивчали тему «Важкі метали» конкретно, проте могли поглибити свої знання зачіпаючи дане питання в інших темах.

В опитуванні взяли участь респонденти з 6-А класу (всього 22 учні), з 8-Б класу (20 учнів), 10 класу (16 учнів) та 11 класу (16 учнів). Участь в анкетуванні брали 74 здобувачі освіти.

Вибірка учасників була складена не випадково. Учні 6 класу хоч і наймолодші та з навчальних дисциплін природничого напрямку у них була тільки «Природа» проте, вони вчаться по програмі Нової української школи, де присутня наскрізна лінія «Екологічна безпека та сталий розвиток». Учні 8 класу вчаться по «старій програмі», проте, вони вже пройшли курс хімії, фізики та біології у 7 класі, де могла частково зачіпатися дана тема. 10 клас був вибраний для опитування, адже вони за крок до випуску з школи, пройшли органічну і неорганічну хімію, фізику, біологію людини, тому у багатьох темах могли зачіпати «Важкі метали» та їх вплив на компоненти природи та здоров'я людини. 11 клас був вибраний тому, що це найсвідоміші та найстарші учні, у яких мала б сформуватися екологічна компетентність на основі отриманих знань з інших предметів. У них було багато природничих дисциплін зокрема і екологія в курсі біології.

Анкетування проводилось класичним методом «чистих листочків», анонімно, вказувався тільки клас.

Результати опитування зображені на рисунках 4.1

Чи чули ви колись термін «Важкі метали»?



Рис. 4.1- Відповіді на запитання «Чи чули ви колись термін «Важкі метали?»».

З рисунку 4.1 видно, що неодноразово чули термін «Важкі метали» у 6 класі 36% учнів, у 8 класі – 10% учнів, у 10 класі – 12% та в 11 класі 19%. Цікаво бачити те, що учні 6 класу, найчастіше чули дане визначення, а учні 8 класу найменшу кількість разів. Найбільша частка опитуваних, які ніколи не чули про важкі метали розташувалася в 8 класі (30%), а найменша у 10 та 11 класі (6%).

Це пов'язано з тим, що у 6 класі відповідно до програми «Нової української школи» присутня наскрізна лінія «Екологічна безпека та сталий розвиток». А у 8 класі найгірша ситуація тому, що вони йдуть по «старій» програмі, як і інші старші класи, де питання важких металів піднімається тільки на інших дотичних темах.

На запитання «Чи можете ви пояснити значення терміну «важкі метали?»» відповіді розподілилися наступним чином (рис.4.2):

Чи можете ви пояснити значення терміну "важкі метали"?



Рис. 4.2 - Відповіді на запитання «Чи можете ви пояснити значення терміну «важкі метали»?».

Пояснити значення терміну «важкі метали» не можуть учні 6 та 8 класу, у 10 класі розуміє значення терміну 6% і у 11 класі – 12% опитаних. Проте, 6 і 12% дуже низький показник, адже до такого віку більшість учнів повинна бути обізнана у питаннях такого типу.

Цікавою була відповідь учнів на запитання: «Чи згадувався даний термін у шкільній програмі?». 9% школярів 6 класу і 15% учнів 8 класу поєднують даний термін з уроком музики чи музичними жанрами. Проте, більшість учнів відзначає, що чули термін «важкі метали» на уроках природничого змісту. Найбільша частка з таких учнів у 11 класі (75%) та у 10 класі (63%). Варто зазначити, що були такі здобувачі освіти, які зовсім не чули такого терміну, або не могли дати відповідь на дане запитання, найбільше таких учнів у 6 класі та 8 класі, найменше – у 11 класі, проте у 11 класі четверта частина учнів погано орієнтується у даному питанні. (рис.4.3)

Чи загадувався термін «важкі метали» у шкільній програмі?



Рис. 4.3 - Відповіді на запитання «Чи можете ви пояснити значення терміну «важкі метали»?».

На наступне запитання : «Як ви гадаєте, з чого пішов вислів «важкі метали»?» відповіді розташувалися наступним чином (рис.4.4):

Як ви гадаєте, з чого пішов вислів «важкі метали»?



Рис. 4.4 - Відповіді на запитання : «Як ви гадаєте, з чого пішов вислів «важкі метали»?».

Практично половина (45%) шестикласників вважає походження терміну «важкі метали» пов'язане з токсичністю цих елементів, це і не дивно, адже вони їх розглядали сааме з даного ракурсу. 23% відсотки учнів 6 класу пов'язує походження терміну з атомною масою і ще 23% не може дати відповіді на дане запитання, а 9% пов'язує з жанром музики.

По діаграмі 8 класу видно, що учні менш обізнані в даному питанні ніж інші класи. Так, 35% восьмикласників зовсім не можуть відповісти на дане запитання, порівну (25%) вважають, що від атомної маси елемента і токсичності і аж 15%, пов'язує з жанром музики, що у такому віці свідчить, про низький рівень екологічної свідомості в даному питанні.

У 10 і 11 класі ситуація набагато краща, 63% і 75% відповідно, вважають, що термін пішов від атомної маси елемента, а 19% від токсичності, обидві відповіді є підходящими для даної вікової категорії.

І на завершальне питання «Чи хотіли б ви детальніше дізнатися про тему «Важкі метали» у рамках тижня «Природничих наук»?» респонденти відповіли так (4.5):

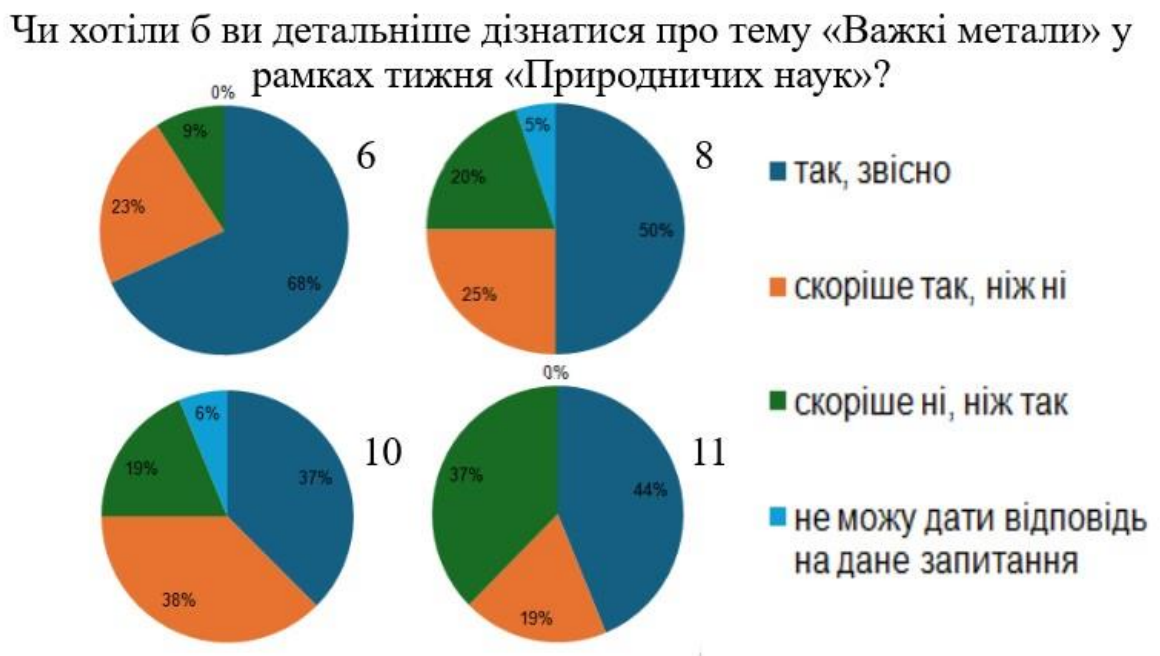


Рис. 4.5 - Відповіді на запитання : «Чи хотіли б ви детальніше дізнатися про тему «Важкі метали» у рамках тижня «Природничих наук»?»

У 6 класі 68% дітей відповіли, що звісно б хотіли, 23% , що скоріше так, ніж ні. Тобто більше ніж 90% дали позитивну відповідь і тільки 9% учнів відповіли, що скоріше не хотіли б, ніж хотіли. Це пов'язано з тим, що учні 6 класу більш вмотивовані, а любов до природничих наук у них збереглась ще з попередніх класів.

У 8 класі кількість тих, які б звісно хотіли зменшується і становить 50%, 25% скоріше б хотіли, ніж ні. Тобто 75% учнів дали позитивну відповідь. Проте, по діаграмі видно, що збільшилась кількість дітей (20%), які скоріше б не хотіли, ніж хотіли.

У 10 класі детальніше дізнатися про тему «Важкі метали» у рамках тижня «Природничих наук» хотіли б 37% дітей і 38% скоріше б хотіли ніж ні. Тобто, 73% учнів, хотіли б дізнатися про дану тему більше. Проте, 19% дітей скоріше б не хотіли, ніж хотіли і 6% не змогли відповісти на дане запитання.

А у 11 класі 44% опитуваних, хотіли б більше дізнатися і 19% скоріше б хотіли, ніж не хотіли. Але тут різко зросла частка негативних відповідей (37%). Можливо, це пов'язано з тим, що учні вже оприділилися з майбутнім напрямком їхнього навчання, а важкі метали, на їхню думку не мають прямого до цього відношення.

Якщо дивитися в загальному, то можна побачити, що у темі «Важкі метали» погано орієнтуються учні всіх категорій, це видно з відповідей на перше і друге запитання. . Проте, якщо порівнювати результати між класами, то найгірша ситуація склалася у 8 класі, які практично не чули, або зовсім не чули цього терміну, а дехто навіть вважає, що це один з жанрів музики.

Найкраща ситуація у 6 та 11 класі. Це пояснюється тим, що хоч учні 6 класу не можуть дати чітке визначення даного питання, проте вони його чули і правильно його асоціюють. Брак їхніх знань пояснюється віком і малою кількістю предметів природничого напрямку, які вони вивчали. Учні 11 класу отримали в порівнянні з іншими добрі результати тому, що пройшли найбільшу кількість дисциплін природничого спрямування, а багато хто

вивчає їх посилено з метою пов'язати свою майбутню професію з даним спрямуванням.

Варто відмітити, що дуже великий відсоток дітей, а саме більше ніж 60%, хотів би дізнатися про цю тему більше в рамках тижня «Природничих наук». Це свідчить про те, що учні розуміють, що мають недостатні знання в даному питанні, проте прагнуть їх поліпшити та поглибити, що відображає позитивну динаміку в даному питанні і дає зрозуміти, що потрібно рухатися в даному напрямку інтегруючи тему «Важкі метали» в інші теми, а також проводячи позакласні заходи чи STEM-проекти. Також, потрібно підняти питання щодо включення теми «Важкі метали та їхній вплив на хімічні процеси у довкіллі» у навчальну програму з хімії.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши навчальні програми з природничих дисциплін було виявлено, що теми «Важкі метали» немає у жодній з них. Під час проведення анонімного опитування студентів було з'ясовано, що учні 6, 8, 10 та 11 класу дуже мало обізнані з даним питанням, але мають велике бажання підвищити свої знання.

Для ознайомлення учнів старших класів з темою «Важкі метали», було розроблено та проведено STEM-урок, а для школярів середньої ланки запропонований позакласний захід. Під час роботи з учнями спостерігалася позитивна динаміка, школярі були зацікавлені, задавали багато запитань, розповідали про свій життєвий досвід.

Також для підвищення екологічної компетенції учнів було запропоновано інтегрувати тему «Важкі метали» в інші природничі дисципліни. У роботі запропонований один із таких варіантів, це інтегрування теми «Важкі метали» у програму з хімії від 7 по 11 клас.

Для кращого візуального сприйняття учнями теми «Важкі метали та їх вплив на хімічні процеси у довкіллі» було розроблено лепбук на тему «Що робити при розливі ртуті?», учні самі підказали зацікавленість даною темою та допомогли у її розробці.

У даній роботі вперше піднімається питання про інтегрування теми «Важкі метали та їх вплив на хімічні процеси у довкіллі» у програми інших навчальних дисциплін природничого напрямку, розроблений пілотний варіант такого інтегрування у навчальну програму з хімії та ставиться питання про включення теми «Важкі метали та їхній вплив на хімічні процеси у довкіллі» у навчальну програму з хімії для підвищення екологічної компетенції учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інститут модернізації змісту освіти. URL: [STEM-освіта – Інститут модернізації змісту освіти \(imzo.gov.ua\)](https://imzo.gov.ua).
2. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) / С.П. Кармазиненко, І.В. Кураєва, А.І. Самчук, Ю.Ю. Войтюк, В.Й. Манічев. — К.: Інтерсервіс, 2014. — 168 с.
3. Адаменко О.М., Рудько Г.І. Екологічна геологія. — К.: Манускрипт, 1998. — 348 с
4. Важкі метали у ґрунтах Українського Полісся та Київського мегаполісу. А.І. Самчук, І.В. Кураєва, О.С. Егоров та ін. — К.: Наук. думка, 2006. — 108 с
5. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: веб-сайт. URL <https://zakon.rada.gov.ua/go/1392-2011-%D0%BF> (дата звернення: 09.11.2024).
6. Закон України «Про освіту». Офіційний вебпортал парламенту України : веб-сайт. URL <https://zakon.rada.gov.ua/go/2145-19> (дата звернення: 09.11.2024).
7. «Екологічна освіта на уроках хімії та в позакласній роботі важлива умова формування життєвої та соціальної компетентності учнів» (з досвіду роботи) Ясько Г.М. URL: <https://naurok.com.ua/ekologichna-osvita-na-urokah-himi-ta-v-pozaklasniy-roboti-vazhliva-umova-formuvannya-zhittevo-ta-socialno-kompetentnosti-uchniv-z-dosvidu-roboti-18257.html>
8. Пустовіт Н. А. Сутнісні характеристики екологічної компетентності школярів // 36. наук. праць. Педагогічні науки. Випуск 38.—Херсон: Видавництво ХДУ, 2005. — 400 с. — С. 186 – 191.
9. Матяш Н. Фундаменталізація шкільної біологічної освіти – основа формування предметної компетентності учня. *Український педагогічний журнал*. 2018. С. 54-60/
10. Буринська Н. Екологічна складова у змісті шкільної хімічної освіти / Н. Буринська // Біологія і хімія в школі. — 1998. — № 1. — С. 18–20.

11. Ярошенко Г. О. Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Оріон, 2018. 208 с.
12. Величко Л. П. Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Педагогічна думка, 2018. 136 с.
13. Григорович О. В. Хімія (рівень стандарту): підруч. для 10 класу закл. заг. серед. освіти. Харків : Ранок, 2018. 240 с.
14. Лашевська А. А., Лашевська Г. А., Ющенко С. Р. Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Генеза, 2018. 192 с.
15. Величко Л. П. Хімія (профільний рівень): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Школяр, 2018. 286 с.
16. Савчин М. М. Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Грамота, 2018. 208 с.
17. Попель П.П., Крикля Л.С. Хімія (рівень стандарту): підручник для 10 клас. закл. заг. серед. освіти. Київ: Академія, 2018. 256 с.
18. Буринська Н. М. Методика викладання шкільного курсу хімії: Посібник для вчителів / [Н. М.Буринська, ВеличкоЛ.П., ЛиповаЛ.А.,ЛукашоваН.І.,ЧайченкоН.Н.];ред.Н.М.Буринська.К.:Освіта, 1991. –348 с.
19. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям. - Київ-Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.
20. Бутенко А.М. Хімія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням хімії: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / А. М. Бутенко. – Х.: Гімназія, 2017. – 320 с.: іл. – ISBN 978-966-474-290-7.
21. Гончаренко Л.І. Хімія. Навчально-практичний довідник / Л.І. Гончаренко. – Х.: Торсінг плюс, 2013. – 288 с. – ISBN 978-617-030-470-4.
22. Грабовий А.К. Шкільний курс хімії та методика його викладання: Навч. посіб. / А. К. Грабовий. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2005. – 474 с.
23. Савчин М.М. Хімія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів /

М.М. Савчин. – К.: Грамота, 2017. – 256 с.: іл.

24. Григорович О.В. Хімія: підруч. для 9 класу загальноосвіт. навч. закл. / О. В. Григорович. – Харків: Вид-во «Ранок», 2017. – 256 с.: іл. – ISBN 978-617-09-3362-1.

25. Попель П.П. Хімія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / П.П.

26. Типи та види уроків, методика підготовки та вибору. <http://it-metodist.sfera.org.ua/kolegam/formy-ta-metody-roboty/tipi-ta-vidi-urokiv#ТОС--11>

27. Хімія (рівень стандарту). Програма для 7-9-х класів ЗНЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56133>.

28. Ярошенко О.Г. Хімія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів / О.Г. Ярошенко. – К.: УОВЦ «Оріон», 2017. – 256 с.: іл.

29. Бутенко В.Г., Кондратюк С.М. Лепбук як сучасний інноваційний інструмент візуалізації освітнього процесу в закладі дошкільної освіти. 2023.

30. Peycheva, Y., Lazarova S. The lapbook as a didactic tool to implement integrated training in natural science and technology and entrepreneurship at primary school level. Knowledge – International Journal 2018. Vol. 28. P. 959–963. DOI: 10.35120/kij2803959Y.

31. Рак Ж.В. Метод лепбук як засіб формування ключових компетентностей учнів на уроках хімії. 2022.

32. Танська В.В., Сорочинська О.А., Павлюченко О.В. Інноваційні здоров'язберігаючі технології у закладах освіти: збірник науково-методичних праць. 2020. 112 с.