**Любов Даниленко,**

методист лабораторії природничо-математичних дисциплін комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради»

**ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ БІОЛОГІЇ**

Зазначимо, що в усіх нормативних документах, зокрема: Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти (Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. №1392), Концепції «Нова українська школа», навчальних програмах тощо), які регулюють навчальний процес, наголошується на тому, що однією з головних цілей навчання біології є підготовка учня до повсякденного життя, розвиток його особистості засобами природничих наук. Наразі потрібна нова людина з певною системою знань, складом розуму, розвиненим мисленням, умінням приймати оптимальні рішення залежно від ситуації.

У сучасній практиці навчання інновації розглядаються як необхідна умова інтелектуального, творчого і морального розвитку учнів. Нагальною потребою сучасної освіти є пошук суттєво нових, більш дієвих педагогічних технологій навчання.

Поняття «інновація» - це не просто створення і поширення нововведень, але й перетворень, які носять істотний характер і супроводжуються змінами в способі діяльності, стилі мислення. Саме STEM-технології спрямовані на те, щоб дати зрозуміти здобувачам освіти, що можна навчатися цікаво, захоплююче, і не просто зазубрювати параграф із підручника, а робити багато надзвичайно корисних речей, про які ще кілька років тому ми не могли навіть і подумати. Скажімо, вивести на цифровому мікроскопі структуру листка, а потім переслати її на смартфони учнів, щоб і вони на нього подивились, - це наша реальність.

На наше глибоке переконання, саме використання інформаційних технологій у навчальному процесі буде сприяти формуванню позитивної мотивації до навчання та передачі пізнавальної інформації, засобами здійснення яких є комп’ютер та сучасні гаджети.

Звісно, що інформатизація у викладанні предмета «Біологія і екологія» вимагає від учителя високого рівня інформаційної компетентності, яка є однією з основних у процесі професійного зростання і проявляється, насамперед, у діяльності при вирішенні різних завдань із залученням засобів ІКТ і Інтернету. Уміле використання новітніх технологій дає змогу вчителю змінювати форми діяльності, зосереджуватися на вузлових проблемах, які потребують повсякденної уваги [8, с.2].

**Наразі у викладанні біології існує низка проблем, зокрема:** перенасиченість підручників і навчальних посібників біологічними поняттями й термінами; недостатня кількість часу, відведеного на виконання лабораторних досліджень, дослідницьких практикумів, лабораторних і практичних робіт; важкий виклад навчального матеріалу, переважна частина якого має абстрактний характер, що ускладнює учням його сприйняття. Зважаючи на останнє, вчителю конче необхідно використовувати динамічні моделі, демонстрування фото-й відеоматеріалів, підібраних з електронних програмних засобів навчального призначення, біологічних сайтів, а також створювати анімаційні ролики з використанням відповідних комп’ютерних програм, що значно розширить уяву учнів і покращить сприйняття абстрактного матеріалу.

Так, зокрема біологічні освітні сайти (к***урси дистанційного вивчення біології*:**

edera. сom; courser.org; khanacademy.org; alison.com; і***нтерактивні навчальні програми:*** star.mit.edu; к***урси вивчення біології:***

EdEra www.courses.ed-era.com/courses/course-v1: EdEra-Osvitoria+BIO+1/about; б***іологічні бази даних:*** база даних білків [www.resb.org/](http://www.resb.org/); база даних генів [www.nebi.nlm.gov/gene](http://www.nebi.nlm.gov/gene); база даних геномів [www.ensemblgenomes.org](http://www.ensemblgenomes.org); хімічна й біохімічна інфографіка [www.compoundchem.com](http://www.compoundchem.com); Вікіпедія. Вільна енциклопедія

<http://wikipedia.org>; в***чені-лауреати Нобелівської премії*** [***http://nobelprize.org***](http://nobelprize.org); у***країнський біологічний сайт:***<http://biology.org>; <http://my.science.ua>; microbiology online <http://microbiologyonline.org>; Science Museum /SSPL <https://blog.sciencemuseum.org.uk>; міжнародна природознавча гра «Геліантус» helianthus.com.ua); ***статистичні параметри популяції. Просторовий розподіл. Загальна екологія (Online курс лекцій):*** веб-сайт. <URL:https://bitly.su/Bq8L>), віртуальні лабораторії, імітаційні тренажери роблять проведення дослідних експериментів доступними, а процес навчання – творчим.

Як показує прaктика, відкриті освітні Інтернет-ресурси є суттєвим доповненням до традиційних засобів навчання, забезпечують рівний доступ до якісної освіти учнівської молоді різних вікових груп, можливостей, а також дають можливість використання різних форм навчання (індивідуальне, дистанційне, групова робота, фронтальна робота, проектна та дослідницька діяльність).

Таким чином, використання якісних освітніх Інтернет-ресурсів, з одного боку, створює позитивну мотивацію до опанування учнями STEM-дисциплін, а з іншого сприяє колективній навчальній діяльності всіх суб’єктів освітнього процесу.

Зазначимо, що інноваційні моделі освіти покликані, насамперед, стимулювати пізнавальну діяльність учнів, у тому числі й на уроках біології. Пізнавальна ж активність може динамічно розвиватися, якщо вчитель цілеспрямовано працює в цьому напрямі.

Сьогодні пріоритетною у викладанні **біології є STEM-освіта,** за якої в навчальних програмах значно посилюється природничо-науковий компонент у комплексі з інноваційними технологіями.

Виникненню поняття STEM-освіта ми завдячуємо США. Саме започаткований у цій країні рух за впровадження у навчальні плани шкіл різного ступеня так званої STEM-освіти (STEM-education) актуалізував у цілому світі проблему посилення у змісті освіти його природничо-математичної і технічної складових. Цей рух не оминув і України, що засвідчили круглий стіл «STEM-освіта в Україні: від дошкільника до компетентного випускника; меморандум про створення Коаліції STEM-освіти; проект «Удосконалення STEM-освіти як ключ до інноваційного розвитку України»; круглий стіл на тему «STEM – світ інноваційних можливостей», проведений 20 жовтня 2015 р. в рамках організованого МОН України та Інститутом модернізації змісту освіти міжнародного форуму «Інноватика в сучасній освіті – 2015».

Акронім STEM вживається для позначення популярного напряму в освіті, що охоплює природничі науки (Science), технології (Techology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics).

Термін «STEM-освіта є маркером, який використовується у значеннях різного змістового обсягу:

* у найвужчому значенні він позначає сукупність навчальних програм і курсів, спрямованих на підготовку наукових і науково-технічних кадрів найвищої кваліфікації (рівня кандидатів і докторів наук), здатних проводити наукові (фундаментальні та практичні) дослідження у галузях STEМ [3, с.36];
* у ширшому значенні він позначає сукупність навчальних програм і курсів, спрямованих на підготовку у галузях STEM окрім наукових і науково-технічних ще й інженерно-технічних кадрів (рівня бакалаврів і магістрів), здатних створювати (розробляти) й експлуатувати (удосконалювати) новітні, так звані високі технології та високотехнологічне обладнання [3, с.37];
* у найширшому значенні він позначає сукупність навчальних програм і курсів, спрямованих на підготовку в галузях STEM кваліфікованих науково-технічних кадрів усіх рівнів (у тому числі робітничих), здатних працювати на високотехнологічних (наукомістких) виробництвах і обслуговувати (у тому числі ремонтувати й експлуатувати високотехнологічну техніку [3, c. 37].

Українські спеціалісти STEМ-освіти зазначають, що «STEМ-освіта – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. У світовій практиці єдиного розуміння цього поняття немає» [6].

Також STEM-освіта – це категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей учнів, рівень яких визначає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність і готовність до розв’язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності [8, с. 3].

Впровадження STEM-освіти сприяє розвитку здібностей до дослідницької, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення. Раннє залучення учнів в STEM може підтримати не лише розвиток креативного мислення та формування компетентності дослідника, а й сприяти кращій соціалізації особистості, тому що розвиває такі навички, як: співробітництво, комунікативність, творчість.

Впровадження в навчально-виховний процес методичних рішень STEM-освіти дозволить сформувати в учнів найважливіші характеристики, які визначають компетентного фахівця: уміння побачити проблему, уміння побачити в проблемі якомога більше можливих сторін і зв’язків, уміння сформулювати дослідницькі запитання і шляхи його вирішення, гнучкість як уміння зрозуміти нову точку зору і стійкість у відстоюванні своєї позиції, оригінальність, відхід від шаблону, здатність до конкретизації або синтезу відчуття гармонії в організації ідеї. Реалізації підходів STEM-освіти передбачає, що учні/студенти водночас дізнаються про технологію (наприклад, схемах), про область знань (наприклад, математики і набувають навички (наприклад, співробітництво, кодування) [4, c.249].

Сьогодні STEM-підходи реалізуються в багатьох українських школах, у тому числі і в нашій області. Так, наприклад, освітні ігри в сфері STEM доповнюють традиційне навчання в природничо-науковій і технічній області. Їх мета – допомогти школярам і студентам подолати прірву між навчальними завданнями і справжньою діяльністю вченого і інженера.

STEM ігри – це моделі геології і атмосфери, екології та астрофізики. Взаємодіючи з ними, учень сам вибирає стратегію досліджень, тобто діє не як учень, а як самостійний дослідник, конструктор. Уміння доцільно використати навчальну гру в курсі фізики або біології – це важливе доповнення до компетенцій вчителя природничих наук.

Сьогодні існує вже ряд веб-ресурсів для підтримки STEM-освіти, однак інтерфейс переважно англомовний або російськомовний.

Як правило, сайти оснащені інструментами для спільної роботи, щоб надати можливості вчителям для обговорення та обміну ефективними навчальними практиками. Наведемо перелік деяких з цих ресурсів, а саме:

**Спробуй себе інженером** [**http://www.tryengineering.org**](http://www.tryengineering.org)

Матеріали цього сайту розраховані на дітей від 8 років, а також для дорослих – батьків і педагогів. На ресурсі знаходиться інформація про інженерні професії і можливість кар’єрного зростання в цьому напрямку. Також є можливість в ігровій формі зайнятись конструюванням, проєктуванням, проведенням дослідів і експериментів. В англомовній версії є більше варіантів ігор.

**Вчителі пробують науку** [**http://www.teacherstryscience.org**](http://www.teacherstryscience.org)

На цьому сайті розташовані ресурси для проведення STEM-уроків, стратегії навчання і ресурси, які покликані викликати інтереси учнів до наукових досліджень. Також сайт має інструменти для спільної роботи викладачів та обміну досвідом [4, c. 250].

Розглянемо технічну складову STEM-освіти. Як відомо, з розвитком цивілізації технічна думка людини не лише еволюціонувала, але й здійснювала революційні стрибки. Мабуть, першим значним винаходом у техніці треба вважати колесо. Яке явище наштовхнуло стародавнього конструктора на створення колеса? Чи не перекотиполе в суху вітряну погоду в південних степах?

Відтоді сплинуло багато часу, але людина завжди замислювалась над подібністю літака і птаха, підводного човна і риби, маніпулятора робота і руки людини, її хвилювало питання: чи можна знайти в природі ключ до розв’язання конструкторських та винахідницьких проблем? Звісно, щоб знайти його, треба мати добре розвинене технічне мислення, сформовану наукову картину світу.

Наразі значно зростає рівень вимог до формування технічного мислення учнів. Одним зі шляхів розв’язання цієї проблеми є розробка системного підходу до формування наукового світогляду та технічного мислення учнів засобами природничих предметів, і, зокрема біології. Адже технічне мислення формується, перш за все, на матеріалі предметів природничого циклу і має стати психологічною установкою до дій конструктивно-технічного характеру з об’єктами природи і техніки, сприяти виробленню життєвого кредо, що виявляється, насамперед, у вигляді конкретних дій з перманентної технічної освіти. Конструювання, проєктування, технічні винаходи та їх патентування стають основними видами творчої діяльності людини, на якій базується розвиток науково-технічного прогресу.

Теоретичною основою формування технічного мислення учнів є сформульована вченим-психологом С. Л. Рубінштейном концепція, яка полягає в тому, що основним способом існування психічного є наявність його як процесу. Набуті в діяльності теоретичні та практичні знання систематизуються й узагальнюються у свідомості учня, стають підставою для формування технологічної картини світу – одного з компонентів наукового світогляду. Саме технологічна карта світу і відповідне технічне мислення становлять фундамент загальної технічної освіти молодої людини, на відміну від емпіричного матеріалу, закладаються на все життя.

Технічне мислення – це процес відбиття у свідомості людини технічних процесів і об’єктів, їх моделей або природних аналогів, принципів їх будови і роботи з використанням технічних понять та образів і оперування цими поняттями і образами.

Технічному мисленню притаманні ті самі розумові операції, що й процесу мислення взагалі. Щоб осягнути глибину поняття технічного мислення розглянемо приклади розумових операцій, що відбуваються під час об’єкт-об’єктних відносин учня з технічним або природним об’єктом у його діяльності на уроках біології.

Зміст біології як навчального предмета дозволяє організувати технологічний підхід, який найповніше реалізує принцип міжпредметних зв’язків. У технологічному підході застосовується сукупність методів і засобів, призначених для пояснення явищ або факторів з погляду різних наук. З цією метою пояснюється, наприклад, біологічне явище за допомогою фізичних законів і експериментів, проводять аналогії з атмосферними, геологічними або промисловими процесами. Це дає учням широке уявлення про світ, в якому вони живуть, озброює їх діалектичним методом пізнання природних об’єктів, а метод порівняння та аналогій, яким вони користуються, виробляє вміння аналізувати живі й неживі системи, щодо їх будови, удосконалення конструкції тощо.

У ході уроку учні повинні засвоїти три блоки інформації про біологічні об’єкти, які порівнюються з технічними пристроями, а саме: а) *інваріантний* (загальна біологія рослинного або тваринного організму); б) *прагматичний блок* (поняття біоніки, кібернетики, біотехнології тощо); в) гуманітарний блок (моральність, естетичність, екологічні проблеми тощо).

*Перший блок – інваріантний*. Сюди належить інформація про будову, функції органів, розмноження рослинного або тваринного організму. Знання цього блоку є вирішальними, на їх основі будується прагматичний і гуманітарний блоки. *Прагматичний блок* має на меті розповісти про те, що може взяти людина корисного й цінного з будови і функції рослин чи тварин для створення більш досконалих технічних систем або пристроїв. *Гуманітарний блок* поєднує знання учнів про красу рослинного і тваринного світу, естетичне значення для людини, важливість тих чи інших рослині тварин у ланцюгу харчування й зберігання балансу екосистеми тощо.

Запитання прагматичного блоку даються як проблемні питання. Наприклад, вивчаючи тему «Значення і будова шкіри. Терморегуляція», учні ознайомлюються з роллю шкіри в теплорегуляції. На уроці дається така довідка: під час потовиділення п’ята частина тепла тіла людини йде на випаровування води з поверхні шкіри. Звичайно, на випаровування впливають й інші зовнішні умови, але тепло все ж має основне значення. Потім учні пригадують, яке аналогічне явище відбувається у рослин, як здійснюється кругообіг води в природі. У бесіді учні обговорюють явища транспірації – випаровування води рослинами. Транспірація запобігає перегріву листків і забезпечує постійний рух води крізь корінь, стебло і листки з грунту в атмосферу. Цей процес залежить від декількох факторів: вмісту води в рослині, вологості та температури атмосферного повітря, швидкості вітру, освітлення. Для випаровування води з поверхні листків важлива також променева енергія.

Далі проводиться аналогія з глобальним явищем в природі – кругообігом води в природі. З поверхні водойми під дією сонячних променів і вітру випаровуються мільярди частинок води і, піднімаючись в атмосферу, накопичуються, утворюючи хмари. На відрив мікроскопічних краплин води з великої за площею поверхні водойми витрачається енергія сонця і вітру. При цьому вода з рідкого стану переходить у газоподібний, накопичується в атмосфері, а через деякий час знову переходить у рідкий стан і під впливами фізико-хімічних процесів випадає в певному місці у вигляді дощу або снігу.

Наприкінці бесіди підбивається підсумок: піт зі шкіри, вода з листка рослини та з поверхні водойми випаровується під дією тепла сонячних променів, які нагрівають повітря, воду, листок тощо. Після цього учням пропонується проблемне завдання: розробити проект економічно вигідного промислового способу очищення забрудненої води. Перед цим на уроці повідомляються умови економічно вигідного промислового способу: **1** – використання дешевого джерела енергії для нагрівання води; **2** – висока продуктивність, тобто добування певної кількості чистої води за одиницю часу; **3** – розміри установки та її географічне розташування.

Знань та вмінь учнів і кількості наведених природних аналогів достатньо для розв’язання цієї проблеми. Завдання має творчий характер, вимагає чимало часу, тому його пропонується продовжити вдома.

Інформація прагматичного блоку повинна органічно вписуватися в структуру уроку. Для цього, проводячи аналогії між об’єктами живої природи і техніки, необхідно використовувати наочність, демонструвати самі об’єкти, проводити досліди тощо.

Так, наприклад, на уроці «Насінина. Плід. Способи поширення» порівнюється політ волана для гри в бадмінтон з польотом плодів кульбаби лікарської. Учням пропонується висловити припущення про те, в якій галузі промисловості людина застосувала принцип підйомної сили, реалізований у природі. Гіпотези обговорюються всіма учнями, і для їх підтвердження чи відхилення демонструються слайди про літальні апарати: зонди, аеростати, дирижаблі тощо.

На уроках можна перевіряти сформоване вміння визначити суттєве загальне і відмінне, другорядне в будові та принципах дії рослин і технічних конструкцій: машин, літаків, човнів, промислових апаратів за допомогою тестів, наприклад: назвіть рослину, у якої плід під час поширення в природі нагадує рух гвинтів у геліокоптера: а) дуб; б) кульбаба; в) клен; г) квасоля.

Щоб відповісти на подібний тест, учень повинен уявити гвинти геліокоптера і плід рослини як у статичному положенні, так і в динаміці. Відбувається інтенсивний процес одночасного порівняння двох образів і постійна вибраковка одного з них. Ці розумові операції порівняння виконуються постійно, якщо застосовується система тестів з усіх розділів біології. Наприклад, пропонуються тести на вибір однієї правильної відповіді та на доповнення.

1. **Функція листка нагадує:**

а) дію сонячної батареї; б) діяльність хімічного підприємства;

в) дію міської газової мережі;

г) дію двигуна внутрішнього згорання.

**2. Знайдіть аналогію руху тварин в техніці за прикладом:**

а) кріт рухається у грунті, як комбайн у шахті;

б) птах летить, як літак;

в) кальмар рухається в товщі води . як ракета;

г) гідра рухається, як…

Використання тестів, розповідей-завдань, завдань на розробку технічних проектів, демонстрування моделей живих організмів значно підвищують ефективність формування технічного мислення.

Одним із способів розвитку технічного мислення в учнів є застосування комп’ютерних програм, створених на матеріалі біоніки і біомеханіки. Комп’ютерна техніка розширює можливості технологічного підходу до розвитку технічного мислення. З появою біоніки стало можливим відбирати навчальну інформацію уроку, яка сприяє формуванню технічного мислення і технологічної картини світу. Адже біоніка вивчає будову організмів для створення машин, приладів, механізмів, дані яких наближаються до характеристики цих організмів. Тому спостереження, порівняння і проведення аналогій між будовою і принципами дії природних і технічних об’єктів стали головними методами формування технічного мислення. Найбільш ефективно застосовуються вони завдяки спеціально розробленим електронним програмним засобам навчального призначення, що моделюють будову організмів, процеси їх життєдіяльності й надають з коментарем подібні за будовою і принципами дії технічні об’єкти. На екрані учні бачать схеми, знаки, динамічні, графічні зображення об’єктів, образи промислових технологічних процесів і процесів у живих організмах. Інформація на екрані викликає в учнів такі психічні операції, як уявлення й оперування образами.

Так, під час вивчення теми «Плазуни» на екрані комп’ютера з’являється зображення отруйного зуба гадюки і демонструється скорочення м’язової діафрагми і викидання отрути через канал.

**Запитання:** Які ви знаєте побутові або технічні пристрої, принцип дії яких нагадує принцип дії зуба гадюки? Доберіть їм відповідну назву (Шприц). На екрані демонструється наступний кадр – принцип шприца.

Розв’язання творчих завдань, які моделюють типові для певної групи професії, операції, відношення, умови, характер праці, оцінку якості й ефективності, сприяє формуванню технічного мислення, вихованню соціальної активності (мотивації, професійної спрямованості).

Досвід застосування технологічного підходу до формування технологічної картини світу і технічного мислення учнів дає підстави для таких висновків:

1. Продуктивність пізнання явищ природи, процесів у техніці або в навколишньому середовищі підвищується, якщо одні й ті ж самі явища обговорюються в кількох курсах, а матеріал про ці явища стає базою для виконання інтегральних творчих завдань на конструювання приладів і розробку проєктів.
2. Комп’ютерні програми виступають засобом динамічного моделювання фізіологічних процесів в організмах і їх аналогій у техніці [7, с. 4].

Наступне. Розглянемо відмінності STEM-школи від звичайної. На нашу думку, **найперша відмінність полягає у підходах до навчання**, зокрема **орієнтація на самостійну** **діяльність учнів.** Наприклад, для того щоб виконати науково-дослідницьку роботу, учень повинен вміти самостійно працювати, а саме: оволодівати науковими знаннями, практичними вміннями та навичками в усіх формах організації навчання, як під керівництвом учителя, так і без нього [Василишина, с. 4].

Наступна відмінність полягає у тому, **що змінюється звична для нас форма викладання, коли урок зазвичай побудований навколо вчителя.** За STEM-методикою у центрі уваги знаходиться практичне завдання чи проблема. Учні вчаться знаходити вирішення проблеми не в теорії, а шляхом проб та помилок. Крім того, вже починаючи з ранніх етапів навчання, у класі використовуються спеціалізовані інструменти: наприклад, програми з комп’ютерної анімації. Так, нещодавно учнівська молодь починала знайомство з такими програмами на перших курсах університету, а наразі, за методикою STEM, вже у старшій школі.

Ще однією відмінністю **є роль учителя в освітньому процесі.** Він виступає в ролі менеджера, консультанта, ментора і відрізняється енергійністю та високим рівнем педагогічної кваліфікації. Також змінюється за STEM-методикою і роль сучасного учня в освітньому процесі. У першу чергу, він виступає у ролі дослідника, а саме: знайомиться з методами наукового пізнання і етапами дослідницької діяльності.

Особливо треба зазначити, що сучасні діти (їх називають поколінням «альфа») в рази відрізняються від однолітків попередніх поколінь, зокрема: їх не можна насильно примусити щось робити, з ними потрібно домовлятись; вони навчаються за умови, якщо розуміють для чого це їм потрібно. Для них конче важливі партнерство та співпраця з дорослими і не важливі формальні правила; їм важлива самодисципліна, а не контроль. До того ж вони дуже залежні від сучасних технологій і здатні займатися кількома справами одночасно, досить мобільні. За прогнозами дослідників діти цього покоління стануть рішучою силою прогресу у нашому столітті.

Таким чином, переваги STEM-освіти очевидні, зокрема: навчання здійснюється за темами, а не за предметами; учень бачить зв’язок між науками, навчання стає системним; учень використовує знання у повсякденному житті. STEM-освіта сприяє, насамперед, розвитку інтересу до технічних дисциплін, а також критичному мисленню та вмінню вирішувати проблеми; креативності та інноваційних підходів до проектної та дизайн-діяльності. Крім того, STEM-освіта готує учнівську молодь до технологічних інновацій у житті, комунікації та командної роботи, а найголовніше надає учням впевненості у власних силах.

Отже, STEM-освіта сьогодні – це системність, доступність та зв’язок з реальним життям.

Виникає питання: **ЯКІ Ж ПОТРІБНО ЗДІЙСНИТИ ВЧИТЕЛЮ КРОКИ ДО STEM-ОСВІТИ?**

Дослідники пропонують наступні кроки:

* **Крок перший.** Я можу (відкрити для себе значення STEM-освіти).
* **Крок другий.** Ми плануємо (знайдіть колег-однодумців, залучіть батьків та спеціалістів STEM).
* **Крок третій.** Ми діємо (запровадьте бінарні уроки, STEM-практику, наукові пікніки).
* **Крок четвертий.** Ми розвиваємось (використовуйте оn-line середовище, придбайте конструктор, лабораторії).

Наразі у практицізакладів загальної середньої освіти області набула поширення цифрова **лабораторія Еinstein™** Обладнання **Einstein™** перетворює будь-який комп’ютер в наукову станцію. Цифрові лабораторії – нове покоління освітніх приладів. Основна мета їхнього використання – надати можливість візуалізувати інформацію, отриману в результаті експерименту. Зображення результатів здійснюється шляхом періодичної реєстрації даних та побудови графіків на їх основі. Останні дають змогу оцінити динаміку проходження процесу. Цифрова лабораторія Einstein - один із видів цифрових лабораторій, що адаптований під шкільну програму України. Окрім того лабораторія Еinstein™ є простою і надійною за вибірковістю параметрів.

Також лабораторія Еinstein™ є мультипредметною. Так, використовуючи її прилади, можна проводити вимірювання біологічних, фізичних та хімічних показників, що значно розширює потенціал її використання. Особливістю цифрової лабораторії є розроблене програмне забезпечення, яке має широкі математичні та статистичні можливості. Наприклад, на уроках біології з його допомогою можна вимірювати рH, температуру, концентрацію вуглекислого газу, артеріальний тиск

Отримані дані відразу відображаються на моніторах у вигляді графіків. Цифрова лабораторія дає змогу учням застосовувати на практиці теоретично набуті знання. Виміри та дослідження проводять, як у справжній лабораторії.

Лабораторія сама по собі є універсальною, зокрема: її можна використовувати на уроках усіх дисциплін природничого циклу, у позакласній роботі (наприклад, на засіданнях гуртка юних біологів, при написанні учнівських науково-дослідницьких робіт тощо). Наведемо приклад проведення заняття клубу юних науковців з використанням лабораторії Еinstein™ для дослідження організму людини Золотоніської загальноосвітньої школи-інтернат I-III ступенів Черкаської обласної ради (вчитель Ростанець В.В.).

Так, головною метою заняття є:навчити учнів проводити досліди з використанням цифрової лабораторії «Ейнштейн», дослідити біологічні процеси організму людини, сформувати в учнів уявлення про організм людини як біологічну систему; розвивати творчу активність, пізнавальні інтереси учнів; уміння виділяти головну думку та формулювати висновки; виховувати бережливе ставлення до свого здоров’я і здоров’я оточуючих, формувати здоров’язбережувальну компетентність. На занятті вчитель, крім цифрової лабораторії, використовує мультимедійну дошку, ноутбук, картки для оформлення результатів досліджень.

***Хід заняття***

***І. Організаційний етап***

***ІІ. Мотивація навчальної діяльності***

***Учитель.*** Доброго дня, юні науковці! Сьогодні ми проводимо заняття нашого клубу і будемо досліджувати організм людини за допомогою цифрової лабораторії Еinstein™.

Упродовж життя людина вивчає свій організм, дослухається до процесів, які у ньому відбуваються, реагує на зміни і намагається знайти відповідь на запитання: «Чому це відбувається? Так має бути чи ні?».

Усі ми вміємо міряти пульс, затиснувши вказівний, середній і безіменний пальці на зап’ясті. Гадаю, кожному із вас у лікарні робили кардіограму, досліджуючи роботу серця. Усі ви помічали, що під час фізичних навантажень наше серце б’ється частіше, а тіло нагрівається. На уроках біології ми вчили, чому це відбувається. Асьогодні ми проведено спостереження за людським організмом, використовуючи сучасну цифрову лабораторію **Еinstein™.**

***III.*** *Практична робота №1.* ***Дослідження особливостей серцебиття після виконання фізичних вправ***

**Мета:** виміряти вплив вправ на серцевий ритм людини.

*Рекомендований тип:* демонстраційний дослід.

*Обладнання:* цифровий вимірювальний комплекс, датчик серцебиття.

***Довідка***

Фізичні вправи створюють вплив на організм людини. Під час фізичного навантаження відбувається низка процесів, що стимулюють організм до відповідної реакції. Однак, для організму людини властивий гомеостаз, що створює певну буферність для цих змін. Гарним прикладом є реакція організму саме на фізичні вправи.

Для дослідження впливу фізичних вправ на частоту серцебиття використовують датчик серцебиття.

***Хід роботи***

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.

2. Встановіть наступні параметри реєстратора.

3. Надягніть датчик серцебиття на палець.

4. Запустіть вимірювання та значення запишіть.

5. Присядьте 20 разів та повторіть вимірювання.

6. Зупиніть реєстрацію та в разі необхідності графік збережіть.

***Аналіз результатів***

1. Чи була зміна частоти серцебиття закономірною?
2. Дані запишіть до таблиці

*Практична робота №2.* ***Вимірювання ЕКГ у спокійному стані та після фізичних навантажень***

***Мета:*** ознайомитися з технікою реєстрації та методикою аналізу ЕКГ.

*Рекомендований тип*: демонстраційний дослід.

*Обладнання*: цифровий вимірювальний комплекс, датчик ЕКГ, контактні електроди (3 шт.).

***Довідка***

***Електрокардіограма*** – фіксація електричного струму, що виникає в серці та спричинює його скорочення, за допомогою електродів, розміщених на різних частинах тіла. Типовий малюнок ЕКГ складається з повторюваних послідовностей хвиль, які піднімаються з горизонтальної основи, що називається ізоелектричною лінією. Будь-яке відхилення від цієї лінії означає електричну активність серця.

П’ять основних фаз на ЕКГ позначаються літерами **P, Q, R, S, T**. Один серцевий цикл – це група хвиль, що починається хвилею **Р**, за якою спостерігається комплекс хвиль **QRS**, а в кінці – хвиля **Т**. Хвиля **Р** характеризує скорочення (систолу) передсердь, комплекс **QRS** - систолу шлуночків, остання хвиля **Т** – розслаблення (діастолу) шлуночків. Послідовність від хвилі **Р** до хвилі **Т** представляє один серцевий цикл. Частота серцевих скорочень **(ЧСС)** – це кількість скорочень серця за хвилину, що відповідає кількості циклів **P, Q, R, S,** **T** за хвилину і в середньому в стані спокою становить **70-80** ударів.

Під час скорочення скелетних м’язів (рух руки) виникає електричний струм, який можна виміряти на **ЕКГ**.

***Хід роботи***

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.

2. Встановіть наступні параметри реєстратора.

3. Під’єднайте три ЕКГ електроди (очистіть шкіру в місцях приєднання електродів серветкою).

4. Під’єднайте прищіпки датчиків до електродів.

5. Займіть зручне положення і не рухайтеся під час запису ЕКГ та почніть реєстрацію даних (50 сек).

***Аналіз графіку***

1. Обчисліть частоту серцевих скорочень у стані спокою та після фізичного навантаження: порахуйте кількість зубців R за 10 секунд і скористайтеся формулою:

ЧСС=nR\*6

Де nR – кількість зубців за 10 с.

*Практична робота №3.* ***Дослідження зміни температури тіла під час виконання фізичних вправ***

***Мета:*** виміряти вплив вправ на температуру тіла людини.

*Рекомендований тип*: демонстраційний дослід.

*Обладнання*: цифровий вимірювальний комплекс, датчик температури.

***Довідка***

Під час вправ швидкість процесів обміну речовин та вироблення тепла в тілі людини значно зростає. Тим не менш, внутрішня температура тіла залишається практично незмінною. Тіло людини урівноважує кількість тепла, виробленого під час вправ, через виділення такої самої кількості тепла в навколишнє середовище. Більше ніж 80% тепла втрачається через поверхню шкіри людини. Кровоносні судини, що знаходяться близько до поверхні шкіри, розносять тепло. Тому втрата тепла досягається збільшенням кровообігу в шкірі. Для дослідження температурного ефекту можливо застосувати датчик температури.

***Хід роботи***

1. Датчик температури зафіксуйте на мочці лівого вуха.
2. Запустіть вимірювання, значення запишіть.
3. Присядьте 20 разів та повторіть вимірювання на мочці лівого вуха.
4. Порівняйте результати та запишіть до таблиці.

***Аналіз результатів***

1. Чи змінилася температура після присідань? Поясніть, зміну або її відсутність.
2. Чи буде змінюватися температура тіла при зміні виду навантаження?

Отже, ознайомившись з наведеним прикладом заняття, можемо впевнено говорити про великі потенційні можливості цифрової лабораторії Еinstein™ як сучасного експериментального методу дослідження організму людини.

Наступне. У сучасній методиці викладання курсу шкільних дисциплін за STEM-технологією основними підходами є: *проектно-орієнтований; проблемно-орієнтований і практико-орієнтований.* Усі ці підходи передбачають участь у проектній діяльності як основу для набуття практичних навичок і формування професійних компетенцій шляхом застосування методик навчання, що базуються на досвіді інших дисциплін. Так, у процесі вивчення різних тем шкільних курсів «Біологія» та «Біологія і екологія» окремі учні або групи учнів розробляють навчальні проекти. Учитель при цьому здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності дітей, допомагає у визначенні мети, завдань навчального проекту.

Нагадаємо, що методика виконання проектів передбачає:

* вибір теми або проблеми. Тему може запропонувати вчитель, або ж їх обирає клас із тих варіантів, що були запропоновані під час «мозкової атаки»;
* планування проєкту. Вчитель та учні узгоджують усі складові процесу виконання проєкту (на який час він розрахований, які ресурси будуть використані, яким чином учні працюватимуть);
* процес дослідження;
* результати, висновки;
* представлення результатів роботи;
* оцінювання результатів і процесу.

Метод проектів навчає окреслювати цілі, планувати роботу, оцінювати результати, передбачає високу активність і незалежність виконавців проекту.

Завдяки проектному методу навчання учні усвідомлюють усю технологію розв’язання задач – від постановки проблеми до отримання результату. Так досягається зв’язок теоретичних знань із практичними вміннями.

Замислюючи проект, учитель, перш за все, має подумки уявити собі цю проблему, завдання, пов’язані з нею, можливі шляхи їх розв’язання, конкретні результати.

Як правило, термін реалізації проекту – два-чотири уроки, тобто один-два тижні. Роль учителя в його здійсненні домінуюча, але це керування є пізнавальним, дослідним процесом, результатом (продуктом дослідження) якого стануть висновки (знання), здобуті учнями самостійно і засновані на власному аналізі.

Так, наприклад, у 9 класі учні можуть створювати проект на тему *«Віруси».* Учні отримують завдання до початку проекту – вивчити:

1. Історію відкриття.
2. Особливості будови та хімічного складу.
3. Види вірусів.
4. Життєдіяльність вірусів.
5. Вірусні хвороби та профілактику.

Учні представляють проєкти в різних формах (постери, презентації тощо). Після виступу кожної групи з’ясовують враження від відповідей, проводять рейтингове оцінювання з урахуванням таких критеріїв, як наукова достовірність, уміння самостійно знаходити інформацію, послідовність, переконливість, логічність, оригінальність, творчий підхід, уміння працювати в групі.

Зауважимо, що визначаючи теми проектів, треба оптимально враховувати їх актуальність і продуктивність (можливість використання в майбутньому).

***Навчальні завдання й очікувані результати під час роботи над проектом такі:***

* здійснювати цільовий пошук літератури й інформації в бібліотеках та мережі Інтернет;
* відбирати потрібну інформацію, аналізувати її, оцінювати;
* планувати діяльність, розбивати її на етапи;
* ефективно використовувати комп’ютерну техніку для реалізації поставлених завдань;
* застосовувати наукові методи пізнання (аналіз, синтез, оцінювання);
* одержані знання використовувати в повсякденному житті.

***Під час організації та координації діяльності учнів над проектами особливу увагу треба звернути на:***

* створення груп для спільної роботи на основі психологічного сумісництва;
* процес збирання інформації з різноманітних джерел та якість її опрацювання;
* вибір напрямків діяльності;
* налагодження особистісного спілкування (зокрема, з допомогою електронної пошти);
* консультації спеціалістів (учителів предметів природничого циклу, фахівців у галузі реклами й дизайну);
* неодноразове спільне обговорення проектів;
* якість створення комп’ютерних презентацій, газет, публічних виступів, відеофільмів і т. ін.;
* критерії оцінювання роботи;
* формування планів практичної реалізації проектів;
* матеріальні витрати під час підготовки проектів;
* психологічну готовність до публічного виступу, захисту презентацій та постерів.

Варто також зазначити, що місія вчителя під час підготовки до виконання проектів полягає в тому, щоби бути поруч, допомагати, ненав’язливо керувати, спрямовувати, координувати, консультувати, долати конфліктні ситуації, підтримувати бажання пізнавати і творити.

Таким чином, проектна діяльність – це збагачення досвідом, набутим у процесі дії, обмін думками й цікавими знахідками, інтерактивне спілкування і якісне засвоєння навчального матеріалу.

Як відомо, проектна технологія орієнтована перш за все на самостійну діяльність учнів, отже, можна використовувати будь-який з типів проектів, а саме: дослідницький, інформаційний, практично-організаційний, пригодницький та ігровий. Але для створення умов для проведення науково-дослідницьких робіт на уроках біології особливу увагу необхідно приділяти дослідницьким проектам. Саме цей тип проектів дозволяє учням вчитися самостійно отримувати знання, критично оцінювати інформацію, висувати гіпотезу, доводити її право на існування.

Дослідницькі проекти цілком підпорядковані логіці дослідження й мають структуру, наближену або повністю відповідну справжньому науковому дослідженню (аргументація, актуальність теми, визначення проблеми й об’єкта дослідження, окреслення завдань, методів дослідження, джерел інформації, висування гіпотез, визначення способів їх розв’язання, обговорення отриманих результатів, їх оформлення). А щоб створити умови та мотивацію учнів до написання науково-дослідницьких робіт, необхідно проводити індивідуально роботу з учнями, розвивати необхідні навички та компетентності на уроках та позаурочний час.

Практика показує, що формування дослідницьких умінь учнів варто здійснювати поетапно.

Так, **перший етап** – **підготовчий (5-6 класи).** На цьому етапі формуються основні навчальні вміння. Учні вчаться спостерігати за добовими і сезонними змінами в житті рослин, тварин, їх ростом і розвитком. Засвоєння таких понять фенології, як об’єкти спостереження, сезонні явища, сезонний стан, фенологічні фази, фенологічні дати закладає міцний фундамент подальшої дослідницької роботи учнів.

Для цього віку характерне конкретно-образне мислення. Діти отримують відповіді на питання: «Що?», «Хто?», а також роблять спроби встановити елементарні причинно-наслідкові зв’язки.

**Другий етап** – **розвиток дослідницьких умінь (7-8 класи).** У цьому віці пізнавальна діяльність учнів спрямована на встановлення зв’язків між явищами та об’єктами, яких, на перший погляд, не існує. Основним способом отримання інформації залишається спостереження. Але на цьому етапі дані узагальнюються на більш високому рівні.

Учні отримують відповіді на головні питання свого віку: «Чому?», «Як?». Частка самостійної дослідницької діяльності учнів збільшується. Вони вже можуть самостійно обирати методику спостереження, фіксувати результати, робити їхній аналіз.

**Третій етап** – **самостійна дослідницька діяльність учнів (9-11 класи).** Для учнів цього віку цілком доступні методи геоботанічних досліджень, біоіндикації повітря, маршрутний облік птахів, обліки комах тощо.

На цьому етапі учні вчаться самостійно обирати відповідну методику роботи, визначати її доцільність, можливість отримання достовірних і порівняльних даних. Сформовані дослідницькі вміння дозволяють учням проводити самостійні навчально-творчі пошуки [2, c.4].

Отже, цінність STEM-технології полягає у цікавому навчанні; у розвитку здібностей учнів; у суспільній значимості особистості; у придбанні навичок долати труднощі; командної роботи.

І, насамкінець, зазначимо, що серед глобальних проблем сучасного суспільства вчені всього наукового світу визнали й проблему освіти. Так, у своїй доповіді Римському клубу «Нет пределов обучению» (1979), західноєвропейські вчені Дж. Боткін, Е. Ельманджра і М. Малиця вперше висловили думку про те, що навчання має бути «предвосхищающим, а не запаздывающим, как сегодня». Сучасне навчання лише адаптує людину до того, що вже відбулося і не вчить її будувати майбутнє, тобто не формує людину з ноосферним мисленням. Наразі спостерігається глибокий розрив між всезростаючою складністю світу і здатністю орієнтуватися у нових умовах життя, обумовленою традиційною формою освіти. Саме цей розрив веде, на думку цих авторів, до тих труднощів людства, які протягом останніх десятиліть є предметом гострих ідейних дискусій.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Анрущюк А. Ю., Задорожна О.М. Актуальні питання інформатизації загальноосвітніх навчальних закладів. *Комп’ютер у школі та сім’ї*. 2002. №6. С. 3-10.
2. Василишена Л. М. Формування дослідницької компетентності учнів. *Біологія*. 2019. №34-36. С. 4-6.
3. Гірний О. STEM-освіта: термінологія та методологія. *Біологія і хімія в рідній школі*. 2016. №2. С. 36-37.
4. Кушнір Н. О., Валько Н. В., Осипова Н. В., Кузьмич Л.В. Відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного* *університету*. 2017. №3. С. 249-250.
5. Сліпчук І. Ю. Особливості використання інформаційних технологій у шкільному курсі біології. *Біологія.* 2012. №23. С. 8-11.
6. STEAM – Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics. Науково-методичний проект «Якість освіти». URL: [https://www.facebook.com/yakistosvity/?fref=nf/дата звернення 14.12.2015](https://www.facebook.com/yakistosvity/?fref=nf/дата%20звернення%2014.12.2015) р./.
7. Чернова В. С. Розвиток політехнічного мислення учнів під час вивчення біології. *Біологія*. 2005. №32 (116). С. 2-4.
8. Швайка Н. П. Елементи STEM-навчання на уроках біології як важливий чинник соціалізації учнів. *Біологія.* 2019. №3 (591). С. 2-4.