

РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ STEAM

I. ЗВ'ЯЗОК НАУКИ І МИСТЕЦТВА (філософський аспект)

1.1. Синтез науки і мистецтва, історія становлення.

Бондаренко Н. В.,
кандидат педагогічних наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
Інституту педагогіки НАПН України
nelly.bondarenko@ukr.net

ЗНАКОВІ ПОСТАТІ У ЦІННІСНОМУ ВИМІРІ STEM-ОСВІТИ

Статтю присвячено проблемі становлення й уперспективнення ціннісної особистості на прикладі життєпису знакових постатей вітчизняної і світової науки у процесі вивчення предметів природничо-математичного напрямку, об'єднаного акронімом STEM. З'ясовано специфіку STEM-освіти зіставно з гуманітарною, яка неунікнено потребує уконтекстнення в конкретну національну культуру; обґрунтовано природність і необхідність ціннісного контексту опанування природничих наук, технології, інженерії й математики. Надано стислий життєпис знакових постатей української наукової еліти у цих галузях, вияскравлено їх світосприймання, ціннісні пріоритети і значущі для людства здобутки. Наведено зразки завдань.

Ключові слова: *STEM-освіта; аксіологізація; баланс цифрового й гуманітарного; знакові постаті; креативність; винахідництво; обдаровані діти.*

The article is devoted to the problem of the formation and prospective development of a valuable personality on the example of the biographies of outstanding personalities of domestic and world science in the process of studying subjects of the natural and mathematical direction united by the acronym STEM. The specificity of STEM education, which needs to be implemented in a specific national culture, has been clarified. The naturalness and necessity of the value context in the process of mastering natural sciences, technology, engineering and mathematics is substantiated. In the article, the author provides a brief description of the life of outstanding figures of the Ukrainian scientific elite in the mentioned fields. The author excavates the worldview of these people, their value priorities and significant achievements for humanity. Examples of tasks are given.

Key words: *STEM education; axiologisation; balance of digital and humanitarian; iconic figures; creativity; invention; gifted children.*

«Існує думка, що геніальні люди народжуються у критичні періоди історії... Саме так сталося в СРСР, коли у важкі повоєнні роки з'явилася ціла плеяда талановитих науковців, яскравих організаторів науки і виробництва. Хотілося б зупинитися на трьох із них. Це Сергій Павлович Корольов, Михайло Кузьмич

Янгель і Борис Євгенович Патон», – так Володимир Горбулін визначив імена Атлантів, які тримають небо науки над Україною [11, с. 46–49].

2014 року саме Президент Національної академії наук України Борис Патон зреагував на проблеми, що постали перед державою, яка відмовилася від третього в світі ракетно-ядерного потенціалу з огляду на примарну імовірність війни, і вкотре проявив себе як визначний організатор науки й оборонної промисловості країни. Саме він ініціював цільову науково-технічну програму «Дослідження і розробки з проблем підвищення обороноздатності і безпеки держави», що об'єднала зусилля Міністерства оборони України, Генерального штабу Збройних Сил України і підприємств оборонно-промислового комплексу. Упродовж 2015–2020 рр. у рамках Програми 38 наукових установ НАН України виконали 110 робіт, результати яких уможливили употужнення обороноздатності України напередодні повномасштабної російсько-української війни і попри масштабність завданого горя забезпечують обнадійливий її перебіг для України.

Цей факт новітньої української історії засвідчує доленосність громадянської позиції визначного вченого, центрованого на вершинній цінності – Людині, її святому праві на гідне безпечне життя. Водночас цей факт спростовує думку деяких російських науковців, що природничо-математична галузь науки ціннісно-нейтральна, перебуває поза політикою і навчати математики, фізики чи хімії можна однаково будь-де незалежно від залученості учнів до культурної традиції, бо «фізика – вона і в Африці фізика».

Українська ж освіта розвивається за іншими законами і традиціями, у річищі компетентнізації й проблематизації, олюднення знань, ціннісного навчання й виховання, дотримання оптимального балансу між цифровим і гуманітарним складниками освіти [3; 6; 9].

Часткова правда полягає в тому, що, на відміну від предметів гуманітарного спрямування, неунікнено уконтекстнених у конкретну культуру, природничо-математичні дисципліни логічно більш самодостатні і вихід за межі виучуваного й залучення широкого культурного досвіду для них не є критично необхідним.

Водночас засвоєння знань і набуття вмій на уроках предметів природничо-математичного спрямування має формувати цілісну ціннісну особистість фахівця і вченого, гуманістичний світопозитивний світогляд і задавати контекст імовірних інтерпретацій. Тому простої ретрансляції знань явно недостатньо. Педагог має застосовувати додаткові форми, методи і засоби для аксіологізації знань, створення широкого асоціативного поля сприймання матеріалу, де виучувані факти набувають глибини і набирають висоти нових смислів, вбудовуючись в асоціативний ряд, поєднуючи особистий досвід, світосприймання учня і ціннісний скарб людства.

«Подібно до того як всі мистецтва тяжіють до музики, всі науки прагнуть до математики», зазначав Джордж Сантаяна, американський філософ і письменник іспанського походження. Водночас стрімкий розвиток сучасних технологій неодмінно має супроводжуватись адекватною системою ціннісних координат. Це актуалізує проблему взаємозв'язку й дотримання балансу між цифровим і гуманітарним. Саме гуманітаристика дає розуміння мотивації, мети й кінцевого результату – того, чому, для чого, як і що це дає Людині, яка вважається найвищою суспільною цінністю.

Основна мета освіти – становлення компетентної особистості – має бути ціннісно уконтекстнена й закласти гуманітарний фундамент оптимальної самореалізації й інкультурації особистості. Для цього необхідно перетворити навчання з простого засвоєння інформації на алгоритм особистісного зростання, що відкриває учнівству життєві перспективи, мотивуючи здобутими знаннями на пошук і відкриття нових [10].

А це спростовує сприймання предметів природничо-математичного спрямування як ціннісно нейтральних, що перебувають поза гуманітаристикою і не потребують культуро-історичного й ціннісного уконтекстнення. Як неможливий аналіз літературного твору без розуміння внутрішнього світу його автора, так і усвідомлення законів і наукових відкриттів неповноцінне без ознайомлення учнів із особистістю винахідника у контексті його життєпису, поглядів, уподобань, світосприймання, мотивації, ціннісних пріоритетів, особливостей епохи, у яку він жив і творив.

Окрему увагу слід приділити розвінчуванню імперської політики репресій і нищення українського наукового потенціалу, навмисного замовчування або перепривласнення досягнень українців. Джерелознавцям і науковцям у галузі історії педагогіки доведеться добре попрацювати, щоб віднайти ретельно приховувані факти. Так, попри те що українець *Юрій Лисянський* і німець Іван Крузенштерн спільно керували першою російською навколосвітньою експедицією і перший мав вищий ранг, імперські біографи «розкручували» й представляли беззаперечним лідером саме німця, а українця – лише його безбарвною тінню. У Кронштадт «Нева» капітана Юрія Лисянського повернулася кількома тижнями раніше керованої Крузенштерном «Надежди», але першим російським циркумнавігатором несправедливо вважають німця, а не українця.

Тільки за незалежної України ми дізналися, що американці летіли на Місяць «трасою Юрія Кондратюка», яку ще на початку ХХ століття розробив геніальний українець. А в ХІХ столітті нащадок давнього козацького роду Олександр Засядько створив першу у світі ракету. Навіть наш сучасник неупереджений Ілон Маск на протилежному боці земної кулі визнав провідну роль саме українців у становленні радянської космічної галузі. А зроблений в Україні ракетоносії «Зеніт» вважає найкращим у світі [12].

Національно-патріотичні почуття й критичне мислення природно формуються через ознайомлення учнів із життєписом славетних українців, зокрема Героїв, знищених або упосліджених режимом через їх українське походження і протидію україноненависницькій ідеології; державних і культурних діячів, представників наукової еліти, винахідників, які зробили вагомий внесок у розбудову Української держави й уславили нашу націю.

У пригоді вчителям стануть методичні рекомендації «Національно-патріотичне виховання у контексті сучасних викликів» [8], де подано стислі відомості про таких визначних діячів української науки як *Микола Кибальчич, Яків Роценій, Юрій Кондратюк, Ігор Сікорський, Олександр Кованько, Іван Пулюй, Георгій Вороний, Михайло Кравчук, Архип Люлька, Валентин Глушко, Володимир Челомей (Чоломій)*, інші.

Відновленню історичної правди сприятиме робота з інформаційними джерелами про знакові постаті української науки, історії і культури, які усамодостатнювали українську збірноту, утверджували національну самоідентичність, самоцінність нації, увиразнювали честь і прославляли Україну у світовому вимірі. Опрацьовуючи відповідний матеріал, педагоги-предметники мають унікальну можливість скористатися досвідом колег із Вишнівського академічного ліцею «Основа» Вишневої міської ради Бучанського району Київської області, які провели феєричні майстер-класи на основі всепредметного методу навчання *Storytelling*, безальтернативного щодо визначних персоналій, у рамках обласного семінару «Компетентнісно орієнтоване навчання української мови в закладах загальної середньої освіти Київщини» [1; 2].

Гортаючи історію світових винаходів, здобувачі освіти пересвідчаться, що значна їх частина – з України, і відчують гордість за своїх геніальних співвітчизників, гідних наслідування.

Значущим був винахід першого в Європі електричного трамвая, пущеного в Києві у 1892 році. Його творцем був **Федір Піроцький** (1845–1898), який розробив технологію передачі струму через залізний дріт, а також застосування електрики для руху залізничних потягів із подачею струму.

Іван Пулюй (1845–1918) – масштабна унікальна постать світової науки XIX–XX століття; автор десятка проривних винаходів у кожному з напрямів фізики; визначний учений-фізик, який ще 1881 року зробив епохальне відкриття – X-промені, більш відомі як рентгенівські (хоча німець Рентген «перевідкрив» їх набагато пізніше – через 14 років, проте виявився спритнішим, задокументувавши на своє ім'я винахід українця); першим у світі зробив рентгенівський знімок – його рентгенограми були вищої якості, ніж Рентгенові й довго залишалися неперевершеними за технікою виконання; винахідник, основоположник нової галузі – електротехніки; громадський і націєтворчий діяч, публіцист, перекладач (знав 14 мов), який разом із Пантелеймоном Кулішем, Іваном Нечуєм-Левицьким переклав українською мовою Біблію, що мало епохальне значення; людина-самоцвіт (за визначенням Пантелеймона Куліша); який іще замолоду усвідомив, що його народ закономірно рухається до незалежності; автор книги «Україна і її міжнародне політичне значення» (1915), де доводить необхідність незалежності України; який **закладав основи *sapiens gentem* – розумної нації** і збагачував арсенал інструментів для її становлення – перекладав і створював освітні матеріали для українських дітей і молоді; маючи широку ерудицію, написав українською шкільні підручники з фізики, ботаніки, географії, інших предметів; розбудовував систему освіти у Львові; який звертався до Петербурзької академії наук із проханням перекласти Біблію українською мовою і скасувати сумнозвісний Емський указ 1876 року, а натомість дозволити вчити рідною мовою українських дітей і видавати книжки українською мовою; який навіть живучи у Відні й у Празі спілкувався з дружиною й дітьми українською мовою, жартома називав сім'ю маленькою державою; на вихідних завжди вдягав вишиванку і який хотів переїхати в Україну й бути похованим тут. Сьогодні рентгенівські апарати, крім медичного застосування, контролюють герметичність океанічних лайнерів, літаків, космічних супутників, підводних човнів,

а на митницях в аеропортах «просвічують» багаж пасажирів. Так ще й ловлять контрабандистів.

Всесвітньо відомий авіаконструктор киянин **Ігор Сікорський** (1889–1972) є творцем першого гелікоптера. Машина піднялася в небо у 1939 році. Перші успіхи сприяли отриманню першого замовлення від американської армії. Скромна фірма Сікорського перетворювалася на потужний концерн, який щороку випускав сотні гвинтокрилів цивільного й військового призначення. Понад пів століття президенти США користувалися послугами гелікоптерів українця Ігоря Сікорського.

Житомирянина **Сергія Корольова** (1907–1966) вважають батьком космонавтики. Він був конструктором ракетно-космічної техніки, розробником ракетних літальних апаратів. Геніальний українець є творцем ракетного двигуна, що вивів на навколосеземну орбіту перший у світі штучний супутник Землі.

1969 року відбувся політ на Місяць «трасою Кондратюка» космічного корабля «Аполлон» з висадкою людей на місячну поверхню. Це стало можливим завдяки розрахункам геніального українця з Полтави, теоретика міжпланетних польотів **Юрія Кондратюка** (справжнє ім'я і прізвище – **Олександр Шаргей**, які він змінив через червоний терор). Винахідник першим сформулював теорію багатоступеневих ракет; вивчав проблеми створення проміжних міжпланетних баз, використання сонячної енергії та гравітаційного поля небесних тіл. Учений подарував людству унікальні відкриття в галузі ракетобудування й космонавтики, хоча не здобув вищої освіти. А в 1930 році спроектував і побудував без металу і цвяхів найбільший у світі елеватор на 10 тисяч тонн зерна; спроектував вітряну електростанцію в Криму, яка за своєю потужністю (12 тисяч кіловат) не мала аналогів у світі.

Його земляк полтавець **Олександр Засядько** (1779 –1837) сконструював перші ракети, що стали прообразом «Катюші» й сучасних реактивних систем залпового вогню (РСЗВ), винайшов пускові установки для їх запуску, розробив технологію виготовлення, тактику застосування у воєнних цілях і став «батьком» нового виду збройних сил – реактивної артилерії.

А чернігівець **Микола Кибальчич** (1853–1881) – революціонер-народник, страчений у віці 27 років за замах на російського царя, у тюремній камері розробив наукове обґрунтування й намалював на стіні каземату проєкт реактивного літального апарата – «повітроплавальної машини», яка могла рухатися за допомогою реактивного двигуна.

Всесвітньо відомий учений **Євген Патон** (1870–1953) – визначний учений-академік, Герой Соціалістичної праці, фундатор визнаної світом української науково-інженерної школи мостобудування й електрозварювання.

Народившись у Франції, здобувши освіту в Німеччині та російській імперії, все життя творив в Україні й для України, яку безмежно любив. Танки Т-34, корпуси яких швидко і надійно зварювалися патонівським швом, стали найкращими бойовими машинами Другої світової війни. За проєктами Євгена Патона було споруджено понад 50 клепанних і 100 зварних металевих мостів, більшість із яких слугують українцям і донині. Вінцем його творіння став унікальний на той час суцільнозварний міст через Дніпро у Києві, що нині носить ім'я геніального українця. Американською академією зварювання міст Патона було визнано найвизначнішою інженерною спорудою ХХ століття. Учений розробив також

способи відновлення пошкоджених мостів. Заснований організатором науки Інститут електрозварювання зробив неоціненний внесок у розвиток багатьох галузей української промисловості, а ціла плеяда учнів Євгена Патона успішно продовжила його справу. Осучаснений лазером, плазмою та енергією вибуху славнозвісний патонівський шов застосовують нині у різних середовищах – від морських глибин до космосу. Статечний красень вільно розмовляв німецькою, читав європейських класиків в оригіналі. Вимогливий як керівник, велів розподілити отриману ним Сталінську премію (200 тисяч карбованців) між найефективнішими співробітниками.

А хто не знає імені **Бориса Патона** (1918–2020), президента Національної академії наук України, директора Інституту електрозварювання, названого на честь його батька? Саме за керівництва Бориса Патона цим науковим закладом американці назвали Київ «столицею електрозварювання». А громадянська позиція вченого гідна наслідування. Саме він подав до уряду України доповідну записку про неприпустимість будівництва Чорнобильської АЕС поблизу Києва. Але Москва, куди викликали вченого, до нього не дослухалась. Борис Патон – учений у галузі зварювальних процесів, металургії й технології металів; засновник галузі спецметалургії, ґрунтованої на вдосконалених методах розплавлення металів за допомогою електрики; започаткував і активізував дослідження в галузі застосування зварювання і споріднених технологій у космосі, а також створення космічних конструкцій.

У 1993 році під керівництвом Бориса Патона було проведено експерименти зі зварювання живих тканин, що надважливо для життя людини.

Михайло Кузьмич Янгель (1911–1971) – етнічний українець, нащадок примусово виселених до Сибіру селян, який не забув мову й Україну і за першої ж нагоди повернувся до Дніпропетровська (нині місто Дніпро), де заснував усесвітньо відоме Конструкторське бюро «Південне», що нині носить ім'я вченого. Головний конструктор бойової ракетно-космічної техніки, метою життя якого стало створення ракетно-ядерного щита СРСР як неодмінної умови уникнення найгіршого сценарію в ядерному протистоянні у найгарячіші моменти холодної війни. Творець науково-конструкторської школи. Під керівництвом і за участі Михайла Янгеля в СРСР було створено кілька класів і поколінь стратегічних бойових ракет, зокрема одно- і двоступінчастих 1-го покоління з автономною системою керування, двоступінчасті ракети з дальністю польоту 11 тисяч км, ампулізована ракета з терміном перебування у заправленому стані понад 5 років, твердопаливні ракети з високими техніко-тактичними характеристиками. Під час проєктування бойових ракет прогнозувалося їх застосування і як носіїв космічних апаратів, що було предтечею штучних супутників Землі «Космос», «Циклон», «Зеніт».

Національно ідентифікований українець ніколи не назве просто «зеленим» (як в одній із мереж супермаркетів) яблуко Симиренка, поіменоване на честь ученого-селекціонера, автора численних праць із помології **Володимира Симиренка** (1891–1938), засновника і першого директора Мліївської станції садівництва, де було виплекано 40 000 видів гібридів. «На одному з полів я бачив 2500 яблунь, посаджених 1929 року. Кожне дерево – інше, кожне – новий гібрид. Ніде в світі праця в галузі селекції не досягла такого високого рівня», – писав англійський

помолог Г. Л. Річардсон, відвідавши садстанцію. За геніальність, любов до України і незламність Великого Українця розстріляли московські посіпаки у числі 2000 осіб в урочищі «Солянка». Кати не лишили нащадкам навіть могили вченого. За Володимиром стоїть ціла династія Симиренків із п'яти поколінь. Вони вивели цукроваріння в Україні у найприбутковішу галузь, заклали підвалини українського підприємництва й національної ринкової економіки, розробили і впровадили унікальну вітчизняну модель народного капіталізму, що забезпечував добробут усім працівникам. Цю модель було взято за взірць європейськими країнами, і завдяки їй вони досягли значного успіху.

Харків'янин **Володимир Нікітін** (1911–1992) спроектував найшвидший у світі автомобіль, який міг розвивати швидкість до 400 км/год.

Аж на два роки західних винахідників братів Льюм'єр випередив українець **Йосип Тимченко**. Разом із **Миколою Любимовим** він розробив механізм дії першого кінескопа. У 1893 році в Одесі було показано перший фільм, знятий за його допомогою. Проте винахід не було запатентовано, як і у разі з Іваном Пулюєм.

І це – лише частина винаходів наших геніальних співвітчизників, до когорти яких свого часу долучаться й обдаровані українські діти.

Наведемо приклад тексту, роботу з яким доцільно організувати у процесі здобування учнями STEAM-освіти і який можна використати для підготовки учнівського Storytelling(y), проєктної діяльності тощо [4; 5; 7].

[Робота з текстом]. І. Прочитайте текст, з'ясовуючи значення незнайомих слів. Визначте його тему й основну думку.

АЛГОРИТМИ ГЕОРГІЯ ВОРОНОГО

Чому знаний у всьому світі математик та його діаграми практично невідомі українцям?

Далеко не кожен знає ім'я Георгія Вороного (1868–1908). Це славетний українець, учений світового виміру, найцитованіший у світі математик, кожна з 12 прижиттєвих статей якого започаткувала новий напрям досліджень, що тривають і досі; чийі праці використовують спеціалісти найрізноманітніших галузей у всіх розвинених країнах світу; який заклав основи нової науки – геометрії чисел; чийі діаграми було введено в комп'ютерну науку 1978 року й відтоді їх почали повсюдно застосовувати при конструюванні геометричних алгоритмів, а також у кристалографії, фізиці, астрономії, хімії, офтальмології, мікробіології, науці про штучний інтелект, у будівництві й архітектурі тощо.

Плями на тілі жирафи, потріскана земля, служба доставки піци, бджолині стільники, омлет, мозаїки, навіть книжкові полиці – скрізь наявні діаграми Георгія Вороного. Створену ним просторову модель вивчають спеціальні наукові інститути, його діаграмам присвячують музейні експозиції, готують про них наукові публікації, за ними проєктують будинки і розробляють комп'ютерні програми. Роботами Георгія Вороного цікавляться учені США, Австралії, Японії, Нової Зеландії і Південної Кореї...

Життя вченого, чий 150-річний ювілей відзначали 2018 року, заслуговує на серіал, а його здобутки використовують у всіх сферах – від мистецтва до комп'ютерних технологій.

Народився майбутній математик у селі Журавці на Чернігівщині. Батько, Феодосій Вороний, був педагогом, директором Прилуцької гімназії. Інтелігентна родина й талановиті педагоги і привели хлопця у світ математики.

Коли він закінчував навчання в гімназії, директора звільнили, бо через невзаємне кохання застрелився гімназист. Тому батько надалі не міг допомагати синові. Надісланих коштів вистачало тільки на гуртожиток. Щоб сплачувати за навчання уже в Санкт-Петербурзькому університеті, студент репетиторствував.

Після захисту дисертації Георгія Вороного було призначено професором Варшавського університету. Там захистив докторську.

Георгій палко кохав Ольгу Крицьку. Одружитися не міг через брак коштів. Ольга чекала його багато років. Увесь цей час коханий писав їй фантастичні листи.

Родина Вороних була свідомо українською. Батько математика організував недільні школи для робітників, де читали вірші Тараса Шевченка. Родина Вороних товаришувала з Оленою Пчілкою, Григорієм Галаганом, Іваном Нечуєм-Левицьким.

Георгій Вороний писав листи до освітнього начальства, що хоче влаштуватися на роботу в Київський університет. Але царський уряд росії не дозволяв. Навіть коли у Варшаві закрили університет через повстання (1905–1907 рр.), його перевели до Новочеркаська. Це підірвало здоров'я вченого через клімат та неналежні умови роботи. Мав хворобу нирок, яку тоді не вмiли лікувати.

Георгій Вороний публікував свої роботи у престижних наукових журналах. Він став всесвітньо відомим, і російська академія наук обрала його своїм членом-кореспондентом. Попрацювавши у Новочеркаську, він повернувся до Варшави. Тут працював у двох університетах.

Чим же українець Георгій Вороний відомий на увесь світ? Дослідженням теорії чисел і теорії квадратичних форм. Його діаграми – це особливий вид розбиття метричного простору, що визначається відстанями до заданої дискретної множини ізолюваних точок цього простору.

Ірина Єгорченко – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник Інституту математики НАНУ – малює дві точки, між ними – пряму. І пояснює: «Це серединний перпендикуляр, який розбиває площину на дві зони. Цими двома точками розбивається площина. Так само можна розбивати площину трьома точками. На базі діаграм створюється комп'ютерна програма щодо доставки піци: якщо з такої-то точки міста прийшло замовлення, то з якої точки треба доставляти піцу? Застосування діаграм базується на оптимальному розбитті простору. Якраз в Україні комп'ютерні технології – це майже єдина сфера, де вивчаються діаграми Вороного».

Спектр вивчення застосувань винаходу Вороного у світі значно ширший: у мобільних мережах можна визначати, яка вишка підходить найбільше. Астрономи розбивають небо на зони, щоб краще було його вивчати.

Винахід можна використовувати для кращого розподілу виборчих діляниць. Тобто **це чиста наука, яка має практичне застосування.**

Нашій Київській міській державній адміністрації варто було б застосувати діаграму Вороного для розподілу дітей по школах, бо треба визначити правильні відстані від дому до закладу освіти.

Природні плями на жирафах – це теж діаграми Вороного. Доведено, що подібні абстрактні плями органічні саме тоді, коли це робити через діаграми.

Дрони, які літають у великій кількості, треба програмувати так, щоб вони не зіштовхнулися. І тут теж застосовують діаграми Вороного.

У школі нам про Вороного та його діаграми не розповідали. Про вченого згадують лише на міжнародних наукових конференціях.

В Україні немає ані проспектів, ані площ, названих ім'ям Георгія Вороного. Водночас у Південній Кореї, в Сеулі, працює дослідницький центр, який спеціалізується на діаграмах визначного українського вченого (за Н. Бондаренко, І. Єгорченко, І. Лиховид).

II. Дайте відповіді на запитання і виконайте завдання.

1. Хто такий Георгій Вороний?
2. Що таке діаграми Георгія Вороного? Де їх можна побачити в реальному житті?
3. Чому відкриттям визначного українця цікавиться увесь цивілізований світ?
4. Доведіть, що відкриття Георгія Вороного – це «чиста наука, яка має практичне застосування».
5. У яких сферах життя застосовні діаграми Георгія Вороного?
6. Дайте відповідь на запитання, винесене в назву тексту.
7. У чому унікальність Георгія Вороного як ученого?

III. Проектна діяльність. Підготуйте презентацію про життєвий шлях / наукову діяльність Георгія Вороного. Сформулюйте пропозиції щодо увічнення пам'яті Великого Українця.

Висновуючи, акцентуємо увагу на тому, що знаковим постатям української науки необхідно присвятити окреме видання з правдивим, не спотвореним життєписом і вияскравленням заслуг перед Україною й людством. Нинішні діти мають іти в науку й розвивати її, щоб перерваний кругообіг не позначився негативно на її якості. А фундаментальна наука в третьому тисячолітті без перебільшення стає потужним державоутверджувальним чинником.

Список використаних джерел

1. Бондаренко Н. В. «Компетентнісно орієнтоване навчання української мови в закладах загальної середньої освіти Київщини»: науково-практичний семінар із майстер-класами. *Українська мова і література в школі*. 2020. № 4. С. 58–60. URI: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723704>.
2. Бондаренко Н. В. Storytelling як комунікаційний тренд і всепредметний метод навчання. *Молодь і ринок*. 2019. № 7 (174). С. 130–135. (DOI: 10.24919/2308-4634.2019.176194). URL: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716893>.
3. Бондаренко Н. В. Компетентнізація шкільної освіти: українська версія. *Science and society*. Hamilton, Canada, 2019. Pp. 124–135. URI: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716810>.
4. Бондаренко Н. В. Медіатекст як ресурс осучаснення й збагачення змісту підручника української мови. *Проблеми сучасного підручника*. 2021. № 27. С. 15–26. URI: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/729474>.

5. Бондаренко Н. В. Робота з текстом на уроках української мови: посіб. *Бібліотечка «Дивослова»*. 2008. № 5. 56 с.
6. Бондаренко Н. В. Як збалансувати цифрове й гуманітарне в освіті. *The world of science and innovation*. London, United Kingdom. 2020. Pp. 267–277. URI: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/721818>.
7. Бондаренко Н. В. Як учити учнів запитувати – відповідати на основі текст-методу. *Fundamental and applied research in the modern world*. BoScience Publisher. Boston, USA. 2021. С. 250–259. URI: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/724119>.
8. Бондаренко Н. В., Косянчук С. В. *Національно-патріотичне виховання у контексті сучасних викликів* : методичні рекомендації. Київ: Фенікс, 2022. 64 с. URI: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/732103>.
9. Бондаренко Н., Косянчук С. Проблематизація як атрактор удосконалення мовної освіти. *Digitalization and information society*. Monograph 53. Publishing House of University of Technology, Poland, Katowice, 2022. Pp. 161–184. (DOI: 10.54264/M008). URI: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/731132>.
10. Бондаренко Н., Косянчук С. Український метавсесвіт освіти XXI століття: цінності – уміння – знання. *Edukacja i społeczeństwo VII*. Opole: wydawnictwo Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu, Polska. 2022. С. 412–431. URI: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/732315>.
11. Горбулін В. Тріада Корольов – Янгель – Патон в основі історії та сучасності вітчизняного ракетобудування. *Вісник НАН України*, 2021, № 12.
12. *Серед перших творців ракетно-космічної техніки – 80% українців*. URL: https://24tv.ua/ru/sered_pershih_tvortsiv_raketno_kosmichnoyi_tehniki__80_ukrayintsiv_n1315123.