

ТЕМАТИЧНА НОМІНАЦІЯ **STEM-навчання як крок** **до вибору майбутньої професії**

ТЕМА КОНКУРСНОЇ РОБОТИ **STEM-практики навчання в інтегрованому курсі** **«Природничі науки» в умовах військового ліцею**

АВТОР ДОСВІДУ

Кравець Тетяна Іванівна,
вчитель фізики комунального закладу «Запорізький
обласний ліцей-інтернат з посиленою військово-фізичною
підготовкою «Захисник» Запорізької обласної ради,
кваліфікаційна категорія «спеціаліст вищої категорії»,
педагогічне звання «учитель-методист»

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК

Бабкова Олена Олексіївна,
доцент кафедри дидактики та методик навчання
природничо-математичних дисциплін комунального закладу
«Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної
освіти» Запорізької обласної ради

Стадниченко Кіра Валентинівна,
старший викладач кафедри інформатичної та технологічної освіти
комунального закладу «Запорізький обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти» Запорізької обласної ради

Запоріжжя
2023

БАЗОВА МОДЕЛЬ ДОСВІДУ

Актуальність і перспективність досвіду.

Одним з представників закладів нового типу, що існують в Україні поряд з традиційними закладами освіти, є ліцеї з підвищеною військово-фізичною підготовкою (ПВФП), до яких вступають юнаки, що бажають визначитися з майбутньою професією військового, яка вимагає розвитку творчої самореалізації особистості, природничо-наукового світогляду, екологічного стилю мислення і поведінки, набуття навичок самоосвіти й самовдосконалення. До завдань ПВФП входить формування наукової позиції молоді людини на основі сучасних досягнень науки і техніки. Практична реалізація цих завдань можлива за умови впровадження в освітній процес STEM-підходу, завдяки якому здобувачі освіти розвивають логічне мислення та технічну грамотність, вчаться вирішувати поставлені задачі, стають новаторами, винахідниками.

Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [1], прийнята у 2020 році та розрахована на період до 2027 року, є важливим кроком до модернізації освіти для задоволення запитів суспільства на наукоємну освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей. Концепція має на меті сприяння розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) як фундаменту конкурентоздатності та економічного зростання нашої держави, формування новітніх компетентностей громадян, підготовки фахівців нової генерації, здатних до засвоєння знань і розроблення та використання новітніх технологій. Ця Концепція базується на документах світового рівня: Резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 року», Звіті Європейського Парламенту «Заохочення досліджень STEM для ринку праці», Інчхонській декларації «Освіта 2030» Всесвітнього освітнього форуму під егідою ЮНЕСКО, програмному документі Міжнародного бюро з питань освіти ЮНЕСКО «Дослідження STEM-компетентностей для XXI століття» тощо.

Концепція розвитку природничо-математичної освіти входить до складу низки державних нормативних документів у сфері освіти [2], які визначають

напрями і способи реалізації STEM-освіти в Україні: наказів і листів МОНУ та ІМЗО, навчальних програм інтегрованих курсів [3] тощо.

Автором досвіду для здійснення педагогічного дослідження та пошуку способів впровадження STEM-підходів в освітній процес обрано інтегрований курс «Природничі науки», оскільки цей предмет є фундаментальним серед технічних дисциплін, безпосередньо пов'язаний з сучасним обладнанням та освітніми технологіями (цифрові технології, проблемне навчання, проєктна діяльність тощо), має найближчі та подальші перспективи системного запровадження STEM-практик до освітнього процесу (розроблення та апробація дидактичних матеріалів, пошук організаційно-методичних способів проведення навчальних занять, укладання курсів зокрема).

Теоретичні основи досвіду.

STEM – у значенні «Science, Technology, Engineering and Mathematics» (укр. наука, технології, інженерія, математика) – часто вживаний та розповсюджений сьогодні термін, з яким добре обізнана широка педагогічна спільнота. Теоретичні аспекти проблеми STEM-освіти розглянуто у працях закордонних та вітчизняних учених.

Зокрема, Frederick M. Hess, Andrew P. Kelly, Olivia Meeks [4] акцентували увагу на рольовій діяльності здобувачів освіти у навчанні та запропонували вирішення викликів STEM щодо досягнення загального успіху як розвиток особистісно значущих навичок; описали результати переосмислення викладання під впливом потреб компаній роботодавців; розробили засади реорганізації школи з урахуванням сили конкуренції для стимулювання інновацій. John Tarnoff окреслив два підходи до навчання школярів робототехніці: робоспорт та STEM-робототехніка, що відрізняються один від одного як спорт високих досягнень (олімпіадний рух) і фізична культура, тобто мають різні цілі та методики навчання [5].

Українські вчені Н. Балик, Г. Шмигер та ін. дослідили сучасні підходи STEM в освіті [6]. Г. Смерека розглянула основні завдання STEM-освіти при підготовці школярів [7]. О. Патрикеева, І. Василяшко, О. Лозова, О. Горбенко

уклали методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти в загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах [8]; О. Коваленко, О. Супрунова визначили сутність STEM-освіти та перспективи її розвитку в країнах ЄС та США як нового напрямку в науці [9]; І. Чернецький, Н. Поліхун, І. Сліпухіна докладно розглянули методичні засади навчальних STEM-проєктів [10]. Питаннями допрофесійної підготовки, інтегрованого навчання, використання міждисциплінарних зв'язків як основної складової STEM-освіти займалися дослідники Т. Журавель та Н. Соколова [11]. В. Олійник зі співавторами окреслили сучасні професії, що закладають в основу проєктну та дослідницьку діяльність, реалізацію завдань моделювання різноманітних процесів і явищ та усвідомлене формування якісно нових трансдисциплінарних знань [12]. І. Мороз та Г. Сакунова зазначали, що при підготовці вчителів природничо-математичних дисциплін необхідно вводити спеціальні навчальні дисципліни, які охоплюють методологію STEM [13].

Отже, наукові зауваження, дослідження, рекомендації потребують розроблення конкретних практик в умовах певного закладу освіти. Це можливо зробити в межах інтегрованого курсу «Природничі науки».

Новизна досвіду полягає у розробці та апробації STEM-практик в межах інтегрованого курсу «Природничі науки» та застосуванні їх для розвитку творчої самореалізації особистості; природничо-наукового світогляду, екологічного стилю мислення і поведінки, набуття навичок самоосвіти і самовдосконалення у здобувачів освіти військового ліцею.

Досвід за інноваційним потенціалом є комбінаторним, що полягає в нових конструктивних поєднаннях цифрових технологій, проблемного навчання, проєктної діяльності.

Провідна ідея досвіду.

Впровадження STEM-практик у викладання інтегрованого курсу «Природничі науки» спрямовує освітній процес на вирішення практичних проблем та наближає навчання до життєвих умов засобами сучасних педагогічних технологій.

ІНФОРМАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНА МОДЕЛЬ ДОСВІДУ

Мета роботи

Метою роботи є визначення, розроблення, апробація та узагальнення STEM-практик навчання в інтегрованому курсі «Природничі науки», що спрямовують процес навчання на вирішення практичних проблем, наближених до реальних умов.

Завдання.

Для реалізації мети визначено такі завдання:

- дослідити проблему запровадження STEM-практик навчання в інтегрованому курсі «Природничі науки» та можливі варіанти її розв’язання, з застосуванням ІКТ зокрема;
- розробити та апробувати власні STEM-практики навчання (дидактичні матеріали, STEM-уроки, симуляції, квести, проєкти, навчальні курси тощо), придатні для реалізації в умовах військового ліцею;
- узагальнити результати запровадження STEM-практик навчання в інтегрованому курсі «Природничі науки»; популяризувати ці практики та спрогнозувати подальші перспективи їхнього розвитку.

Тривалість роботи над темою досвіду: 2017 – 2023 навчальні роки.

Етапи роботи

I етап – (2017 – 2018 рр.) – підготовчий (з’ясування інформації та формування списку науково-методичної літератури; аналізування науково-методичної літератури з означеної теми; визначення провідних положень для розроблення власних педагогічних і дидактичних матеріалів для реалізації STEM-освіти в умовах військового ліцею, ознайомлення з цифровими технологіями; аналізування й оцінювання цифрових інструментів, оптимальних для розроблення дидактичних матеріалів, перегляд програми інтегрованого курсу, систематизація, узагальнення набутих знань; визначення потенційно-доцільних для застосування STEM-підходів змістових компонентів, проєктування власних дидактичних матеріалів для реалізації означеної теми).

II етап – (2018 – 2021 рр.) – діяльнісний (розроблення та апробація власних, дидактичних матеріалів, навчальних курсів, квестів, симуляцій, проєктів, STEM-уроків; самоконтроль); розроблення авторської технології реалізації означеної теми; апробація даної технології під час викладання інтегрованих курсів з природничих наук.

III етап – (2021 – 2023 рр.) – узагальнювальний (узагальнення результатів запровадження STEM-практик навчання в інтегрованому курсі «Природничі науки» в умовах військового ліцею, коригування подальшої роботи, популяризація отриманого досвіду (проведення відкритих уроків, виступи на семінарах, конференціях, методичних об'єднаннях); у перспективі – створення освітнього майданчика структурованого за принципом STEM-підходів від ідеї до реалізації.

ТЕХНОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІННОВАЦІЙНОГО ДОСВІДУ

Концепція розвитку природничо-математичної освіти зазначає, що навчальні методики та навчальні програми природничо-математичної освіти (STEM-освіти) спрямовані на задоволення попиту на наукоємну освіту, формування актуальних на ринку праці компетентностей, а саме: когнітивних навичок, навичок оброблення інформації, інтерпретації та аналізу даних, інженерного мислення, науково-дослідницьких навичок, алгоритмічного мислення та цифрової грамотності, креативних якостей та інноваційності, технологічних навичок, навичок комунікації [1]. У документі визначені способи їх реалізації через усі види освіти, а саме: формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах, у STEM-центрах/лабораторіях (у тому числі віртуальних), шляхом проведення екскурсій, квестів, турнірів, конкурсів, олімпіад, фестивалів, практикумів, заходів (Рис. 1).

Запропоновані практики є відносно стандартними та не потребують докладних описів. Проте, в інтегрованому курсі «Природничі науки» (навчальна програма авторського колективу під керівництвом Ільченко В.Р., затверджена Наказом Міністерства освіти і науки № 1407 від 23 жовтня 2017 року [14]) кожна з них має бути реалізована з урахуванням

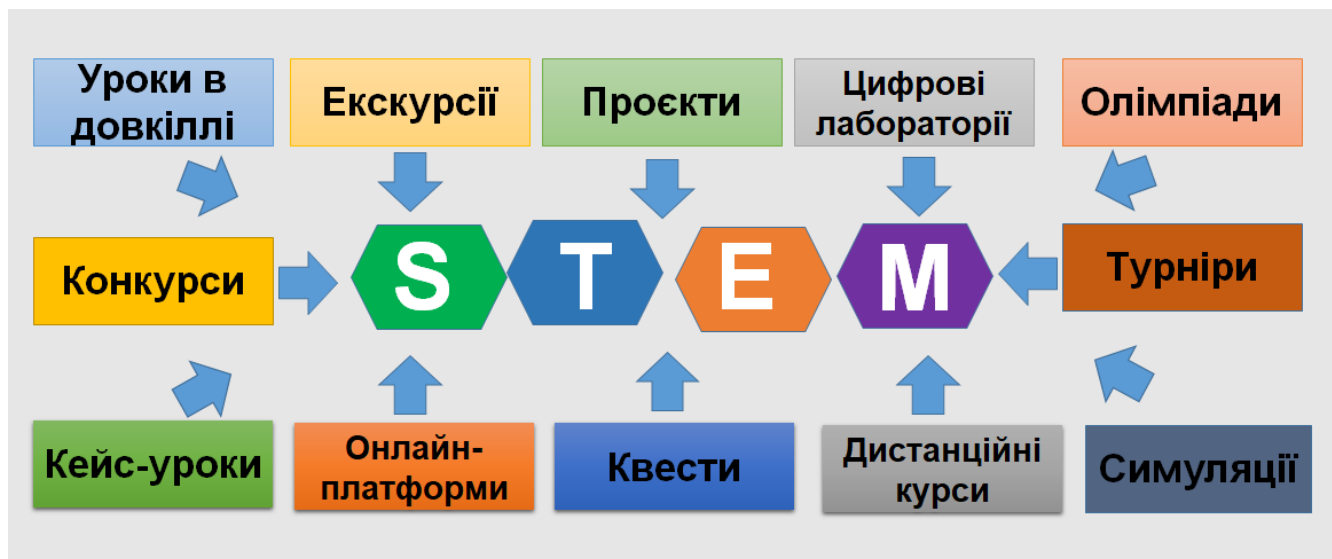


Рис.1. STEM-практики запровадження трансдисциплінарного підходу у навчанні

Інтегрований курс «Природничі науки» 10-11 клас охоплює зміст освіти та державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів Державного стандарту природничо-наукової освіти, її загально природничого, астрономічного, біологічного, фізичного, хімічного, фізико-географічного компонентів у старшій школі; реальні об'єкти та процеси довкілля старшокласника. У зміст курсу включені як фізичні, хімічні, біологічні, астрономічні, фізико-географічні так і міжпредметні та метапредметні, загально-природничі знання (таб. 1).

Розподіл модулів інтегрованого курсу за роками навчання

Розділи	10 клас	11 клас
Вступ / Загально- природничий модуль	Основні поняття природознавства та наукові методи пізнання природи	Основні концепції сучасного природознавства. Фундаментальні ідеї природничих наук.
Фізико- астрономічний модуль	Механіка. Молекулярна фізика. Основи термодинаміки. Статистичні закономірності в науці .	Електродинаміка. Хвильова і квантова оптика. Атомна і ядерна фізика. Вивчення Всесвіту і його складових.
Хімічний модуль	Неметалічні елементи, їхні сполуки у природі і техніці. Металічні елементи та їхні сполуки, роль у природі і виробництві.	Органічні сполуки, їх роль у природі, техніці, побуті.
Біолого- екологічний модуль	Молекулярний рівень організації живої природи. Клітинний рівень організації живої природи. Неклітинні форми життя та одноклітинні і багатоклітинні організми.	Надорганізміві рівні організації живої природи: популяція, екосистема, біосфера. Основи еволюційного вчення. Історичний розвиток органічного світу.
Географічний модуль	Фізико-географічна складова природничо-наукової картини світу. Загальні закономірності географічної оболонки. Географічне середовище як сфера взаємодії суспільства і природи.	
Природничий модуль / Узагальнення знань	Образ природи учня 10 класу. Природничо-наукова картина світу.	Еволюція природничо-наукової картини світу. Сучасна природничо-наукова картина світу.

У таблиці 2 наведено приклади STEM-практик, розроблених і апробованих автором під час дослідження; їхні структурні елементи; ресурси для їх реалізації та продукти навчальної діяльності здобувачів освіти (таб. 2).

Приклади STEM-практик у 10 -11 класах

Назва STEM-практики	Модулі (та теми), що інтегруються	Структурні елементи (основні особливості)	Продукт / результат	Інструменти / ресурси	Додаток №
STEM-проект «Українці, які проклали дорогу в космос»	Природничий Внесок вітчизняних вчених у розвиток фізики, астрономії Фізико-астрономічний Штучні супутники Землі. Розвиток космонавтики. Реактивний рух	Провідна діяльність: проєктна. STEM-дисципліни: фізика, астрономія, інформатика. Навички XXI століття: інформаційна грамотність, медіаграмотність; комунікативність, робота в команді; критичне мислення; ІКТ-грамотність; креативність; лідерство та відповідальність.	Проекти: «Українець, якому людство завдячує висадкою астронавтів на Місяць»; «З історії ракетобудування. Від бойових ракет до міжпланетних»; «Фундатор освоєння позаземних просторів».	ArcGIS Notifications, Google-карти, Google-сайти	Додаток 1
STEM-урок «Закони Ньютона (закони динаміки)»	Фізико-астрономічний Закони динаміки	Провідна діяльність: дослідна. STEM-дисципліни: фізика, математика, інформатика. Формування ключових компетентностей: основні компетентності у природничих науках і технологіях; інформаційно-цифрова	Відеозвіт (фотозвіт) виконання дослідницьких задач: «Закон лінії руху»; «Закон прискорення»; «Закон дії та протидії».	Цифрова фізична лабораторія Vernier	Додаток 2

Назва STEM-практики	Модулі (та теми), що інтегруються	Структурні елементи (основні особливості)	Продукт / результат	Інструменти / ресурси	Додаток №
		компетентність; математична компетентність; уміння вчитися впродовж життя.			
STEM-квест «Енергія, народжена для польотів»	Біолого-екологічний Роль діяльності людини у кругообігу елементів та екологічні проблеми, до яких вона приводить. Хімічний Шляхи вирішення екологічних проблем. Фізико-астрономічний Теплові машини. Коефіцієнт корисної дії теплової машини	Провідна діяльність: пошуково-дослідницька. STEM-дисципліни: фізика, інформатика, технології. Навички XXI століття: інформаційна грамотність, медіаграмотність; критичне мислення; ІКТ-грамотність; креативність; комунікативні навички та навички співробітництва.	Фото тест «Знавці теплових машин»	Веб-сайт http://questzolotoeruno.blogspot.com/	Додаток 3
STEM-симуляції «Дослідження явища електромагнітної індукції».	Фізико-астрономічний Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції. Природничий Закон електромагнітної індукції, як прояв	Провідна діяльність: навчальне дослідження і експериментування. STEM-дисципліни: фізика, інформатика. Формування ключових компетентностей: основні компетентності у природничих науках і технологіях;	Модель «Магнітне поле Землі» у віртуальному середовищі відповідно до навчальної мети під час вивчення даної теми.	Інтерактивні симуляції PhET-University of Colorado Boulder	Додаток 4

Назва STEM-практики	Модулі (та теми), що інтегруються	Структурні елементи (основні особливості)	Продукт / результат	Інструменти / ресурси	Додаток №
	загальних законів природи	інформаційно-цифрова компетентність; математична компетентність; уміння вчитися впродовж життя.			
STEM-екскурсія «Космічна експедиція «У пошуках космічної адреси Землі»»	Природничий Фундаментальні ідеї природничих наук, їх зв'язок із загальними законами та закономірностями природи (ЗЗП) Фізико-астрономічний Про передбачуваність подій за допомогою законів механіки.	Провідна діяльність: пошукова. STEM-дисципліни: фізика, астрономія, біологія, математика, інформатика. Формування ключових компетентностей: основні компетентності у природничих науках і технологіях; інформаційно-цифрова компетентність; математична компетентність; уміння вчитися впродовж життя.	Комп'ютерна графіка «Кластер - космічна адреса Землі у Всесвіті».	Зоряна інтерактивна мапа https://stellarium-web.org/ , Сайт телескопу Хаббл https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html ; Learningapps.	Додаток 5
STEM-урок у довкіллі «Молекули щастя які вони?»	Загально-природничий Єдина система знань про природу. Біолого-екологічний	Провідна діяльність: дослідницька. STEM-дисципліни: фізика, біологія, хімія, інформатика. Формування ключових компетентностей: основні компетентності у природничих науках і технологіях;	Відеоколаж (фотоколаж), презентація, вірш або пісня про природу з музичним супроводом.	Фотоапарати (гаджети), веб-програми JigsawPlanet, WordArt, Learningapps; електронні мікроскопи; мобільні застосунки.	Додаток 6

Назва STEM-практики	Модулі (та теми), що інтегруються	Структурні елементи (основні особливості)	Продукт / результат	Інструменти / ресурси	Додаток №
	Уявлення про фотохімічні реакції, суть фотосинтезу. Фізико-астрономічний Основи квантової оптики.	інформаційно-цифрова компетентність; математична компетентність; уміння вчитися впродовж життя.			
STEM- курс «Основи практичної астрономії»	Фізико-астрономічний Небесна сфера та система небесних координат. Рух Сонця та вимірювання часу. Елементи практичної астрономії.	Провідна діяльність: навчальна. STEM-дисципліни: фізика, астрономія, математика, інформатика. Формування ключових компетентностей: основні компетентності у природничих науках і технологіях; інформаційно-цифрова компетентність; математична компетентність; уміння вчитися впродовж життя.	Лепбуки: «Карти зоряного неба»; «Таємниці небесних глибин»; «Орієнтування на місцевості».	Платформа «Школа сучасних знань»	Додаток 7

Наведена таблиця 2 демонструє гнучкість і мобільність інструментарію, який може бути застосований у STEM-практиках для реалізації усіх видів діяльності, передбачених навчальною програмою: демонстрації, лабораторні роботи та досліди, уроки в довкіллі, семінари, проєкти, фізичний практикум, уроки систематизації знань.

Автором досвіду з'ясовано, що особливою формою STEM-освіти є інтегровані уроки, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків між навчальними дисциплінами для цілісного сприйняття світу. Такі уроки вносять новизну в традиційну систему навчання, допомагають здобувачам освіти зрозуміти важливість вивчення основ наук як єдиної системи знань, роблять процес навчання цікавим. Застосування цифрової фізичної лабораторії Vernier як сучасної інформаційно-комунікаційної технології передбачає розкриття творчого потенціалу педагога і здобувачів освіти; дозволяє моделювати життєві ситуації, залучати здобувачів освіти до процесу пізнання, спільно розв'язувати проблеми; ефективно сприяє формуванню умінь, навичок і цінностей, створенню атмосфери співпраці, взаємодії.

Одним із ефективних засобів формування життєвої компетентності в STEM автором досвіду визнано проведення веб-квестів, які допомагають розвивати творчу особистість, надають можливість саморозвитку та самореалізації. Під час розроблення веб-квестів робота спрямовується на вирішення конкретної, соціально-важливої, винахідницької, інформаційної, практичної проблеми.

Дієвим прийомом STEM-навчання є застосування випереджувальних інтерактивних досліджень, коли вивчення нового матеріалу є необхідним компонентом виконання завдання. Сучасні віртуальні лабораторії забезпечують інтерактивне моделювання, яке набуває все більшого значення як засіб для вивчення і розуміння складних процесів, та створюють ілюзію роботи на реальному обладнанні.

Особливе місце у STEM-навчанні посідають екскурсії, основою яких є інтеграція природничих наук у технології, інженерну майстерність та математику. Автором досвіду зроблено висновок, що використання екскурсійної

діяльності дозволяє підготувати здобувачів освіти до розуміння сутності природничо-математичних дисциплін.

В інтегрованому курсі «Природничі науки» реалізується система «уроків у довкіллі», які проводяться поза межами освітнього закладу (на екологічній стежці, на виробництві, у державній установі та інше). «Уроки у довкіллі» – є інструментом формування та розвитку дослідницької компетентності здобувачів освіти і потужним засобом реалізації завдань STEM-освіти: навколишнє життя стає лабораторією, де проходить процес пізнання з допомогою інтеграції мобільних, комп'ютерних і веб-програм.

Педагогом розроблено STEM-курс з астрономії для ліцеїстів – майданчик, що об'єднує зусилля учасників освітнього процесу і забезпечує індивідуалізацію, свободу вибору місця, часу і темпу навчання за дистанційною формою.

РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ДОСВІДУ

За період 2017-2023 років зросли кількість учнів з достатнім і високим рівнем навчальних досягнень (таблиця 3), активність у конкурсах природничого спрямування (таблиця 4), кількість випускників ліцею, які вступають до ЗВО, де STEM-предмети є базовими (рис. 2).

Таблиця 3

Моніторинг рівня навчальних досягнень ліцеїстів

Навчальний рік	Високий рівень, %	Достатній рівень, %	Середній рівень, %	Початковий рівень, %	Якість знань, %
2018	36	36	24	4	72
2019	37	37	25	1	74
2020	38	45	17	0	83
2021	41	43	16	0	84
2022	43	43	14	0	86
2023	48	45	7	0	93

Таблиця 4

Участь ліцеїстів у Всеукраїнських учнівських олімпіадах, Всеукраїнських конкурсах учнівської творчості, ЗНО/НМТ

Навчальний рік	Всеукраїнські учнівські олімпіади	Всеукраїнські Інтернет-олімпіади	Всеукраїнські конкурси учнівської творчості			ЗНО	НМТ
			Левеня	Колосок	інше		
2018	14	2	4	21	17	56	
2019	17	10	5	23	19	51	
2020	18	17	7	27	17	67	
2021	20	23	7	29	31	114	
2022		61		31	39		
2023		65	8	34	32		23



Рис.2. Динаміка продовження навчання випускниками ліцею у ЗВО,
де STEM-предмети є базовими

Успіхи учнів у районних та обласних олімпіадах, конкурсах МАН, Міжнародних конкурсах учнівської творчості «Левеня» та «Колосок», активна участь ліцеїстів у позакласних заходах (тижнях фізики та астрономії), учнівських конференціях «Ніч науки» (Наука в Запорізькій політехніці) призвели до результативного складання ЗНО/НМТ, свідомого і успішного вибору випускниками подальшого навчання.

ВИСНОВКИ

Отже, наявні наразі наукові зауваження, дослідження, рекомендації потребували розроблення конкретних практик в умовах певного закладу освіти. Це й було зроблено в межах інтегрованого курсу «Природничі науки» в умовах військового ліцею. В процесі роботи проаналізовано наукові праці українських і зарубіжних вчених щодо впровадження в освітній процес STEM-орієнтованого підходу та визначено STEM-практики для інтегрованого курсу «Природничі науки».

Автором досвіду розроблено та апробовано власні STEM-практики навчання: дидактичні матеріали, STEM-уроки, симуляції, квести, проекти, навчальні курси тощо, придатні для реалізації в умовах військового ліцею. Результати запровадження STEM-практик навчання в інтегрованому курсі «Природничі науки» систематизовано та узагальнено у даній роботі.

Для створення STEM-орієнтованого середовища навчання розроблено власні електронні продукти:

- Блог вчителя фізики (URL: <https://fizikazahisnik.blogspot.com/>)
- Посібник «Настанови щодо виконання дослідницьких задач з використанням цифрової фізичної лабораторії VERNIER» (URL: <http://surl.li/lhbmd>)

Досвід роботи автора популяризується на обласних методичних та наукових заходах:

- «Підготовка випускників до ЗНО (НМТ) з фізики» (у межах онлайн-семінару «Успішне ЗНО / НМТ з фізики: реалії, факти, перспективи», 16.03.2023, КЗ ЗОШПО ЗОР, запис доступний за посиланням <https://youtu.be/u2GW-HTt9JY>).
- «Модель запровадження інтегрованого курсу «Природничі науки» в профільну школу» (у межах Міжнародної науково-практичної конференції «Освіта та наука крізь виклики сьогодення», 18.05.2023, КЗ «ЗОШПО» ЗОР, запис доступний за посиланням <https://www.youtube.com/watch?v=O7Ig-O9LOnI>).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ДОСВІДУ ДО МАСОВОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Досвід можуть використовувати вчителі природничих спеціальностей на уроках, у позакласній роботі в процесі формування та розвитку природничо-наукових компетентностей здобувачів освіти.

Для ефективного упровадження потрібно: ретельно підходити до планування освітнього процесу в умовах STEM-навчання; створювати організаційні умови для реалізації інтегрованого навчання. Допоможуть в цьому гаджети, цифрові інструменти, штучний інтелект, освітні платформи та мобільні застосунки.

Досвід автора було представлено на обласній виставці «Освіта Запорізького краю - 2023», матеріали посіли III місце у номінації «Організація дистанційного освітнього процесу в закладах освіти: інноваційні знахідки» (наказ Департаменту освіти і науки від 28 серпня 2023 року № 301) і були рекомендовані до участі XV Міжнародній виставці «Інноватика в сучасній освіті».

Матеріали досвіду зберігаються в методичному кабінеті Комунального закладу «Запорізький обласний ліцей-інтернат з посиленою військово-фізичною підготовкою «Захисник» Запорізької обласної ради.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.
2. STEM-освіта. Нормативно-правове забезпечення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravove-zabezpechennya/>.
3. Міністерство освіти і науки України. Навчальні програми для 10-11 класів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.
4. Frederick M. Hess. A New Agenda for Business in Improving STEM Education / Frederick M. Hess, Frederick M. Hess, Olivia Meeks. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.uschamberfoundation.org/sites/default/files/legacy/education/The%20Case%20for%20Being%20Bold_2011_v2_0.pdf
5. John Tarnoff. STEM to STEAM – Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitiveness Debate [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.huffpost.com/entry/stem-to-steam-recognizing_b_756519
6. Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер. Підходи та особливості сучасної STEM освіти. Фізико-математична освіта: науковий журнал, випуск 2(12), С.26-30, 2017
7. Г. І. Смерека. «Завдання і умови впровадження STEM-освіти». STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес, м. Тернопіль, С.49-52, 2017
8. Патрикеева О. Упровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах: методичний аспект [Електронний

- ресурс] / О. Патрикеева, І. Василяшко, О. Лозова, О. Горбенко // Рідна школа. – 2017. – №9. – С. 90–95. – Режим доступу: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/rsh_2017_9-10_18.pdf
9. Коваленко О. STEM-освіта: досвід упровадження в країнах ЄС та США [Електронний ресурс] / О. Коваленко, О. Супрунова. // Рідна школа. – 2016. – №4. – С. 46–49. – Режим доступу: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/rsh_2016_4_15.pdf
 10. Поліхун Н. І. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України [Електронний ресурс] / Н. І. Поліхун, І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький. // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – №3. – С. 5–9. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf>
 11. Т. О. Журавель, Н. О. Соколова. Інтегроване навчання – основний складник STEM-освіти, Освіта та розвиток обдарованої особистості. No 12 (55), С.32-34. 2016.
 12. STEM-освіта в системі підготовки майбутніх інженерів [Електронний ресурс] / В. В.Олійник, О. М. Самойленко, І. В. Бацуровська, Н. А. Доценко // Інформаційні технології і засоби навчання, 2020, Том 80, № 6. С. 127- 139 – Режим доступу до ресурсу: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3635>.
 13. Г. В. Сакунова, І. О. Мороз. STEM-освіта: зарубіжний досвід та перспективи розвитку в Україні. Центральнотураїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка: наукові записки, серія: педагогічні науки, випуск 168, С.204-208, 2019.
 14. Навчальна програма для 33СО «Природничі науки. Інтегрований курс. 10-11 класи (авторський колектив під керівництвом Ільченко

В.Р.)«[Электронний ресурс] – Режим доступу:
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klass/2018-2019/prirodnichi-nauki-10-11-avtorskij-kolektiv-pd-kerivnicztvom-ilchenko-vr.doc>

STEM-проект**10 клас****Назва проекту.** *Українці, які проклали дорогу в космос.*

Актуальність проекту. Ми, українці, пишаємося своєю країною. Ми знаємо її досягнення, красиві неповторні місця, людей, які прославили її на весь світ. Українські вчені зробили значний внесок у розвиток ракетобудування та освоєння космосу.

- Українець, розробки якого використовувалися програмою НАСА при польоті на Місяць – уродженець Полтави, *Юрій Кондратюк* (справжнє ім'я Олександр Шаргей).
- Українець, який розрахував, скільки пороху потрібно для польоту ракети на Місяць – уродженець Полтавщини, *Олександр Засядько*.
- Українець, який розробив проект реактивного літального апарата – уродженець Чернігівщини, *Микола Кибальчич*.

Трейлер до проекту. Космічні подорожі захоплюють, приваблюють, поєднують інші світи. Ми виходимо із звичного для нас простору і часу, ритму життя і занурюємось в інший, за межами нашої Землі, де в кожному з нас міститься весь Всесвіт. Ми – мандрівники і творці своєї мрії!

Інтегративно-асоціативна складова: фізика, астрономія, інформатика.

Джерела інформації: статті журналів, інші джерела.

Цифрові ресурси: ArcGIS Notifications, Google-карти, Google-сайти.

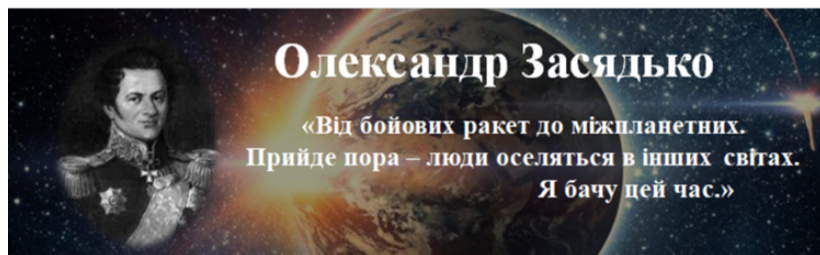
Навички XXI століття:

- інформаційна грамотність, медіаграмотність; креативність;
- комунікативність, робота в команді;
- критичне мислення;
- ІКТ-грамотність; лідерство та відповідальність.

Представлення результатів проекту:

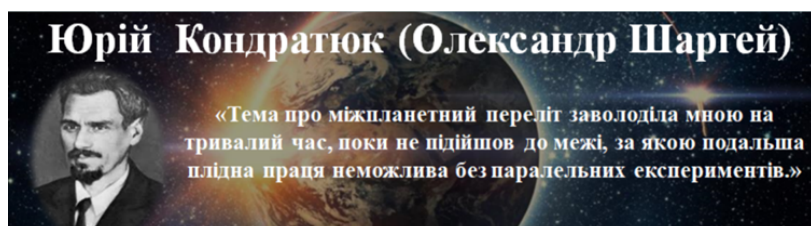
Перейдіть за посиланням або QR-кодом

<https://storymaps.arcgis.com/stories/21229d46d657427cb0b48568b503a710>



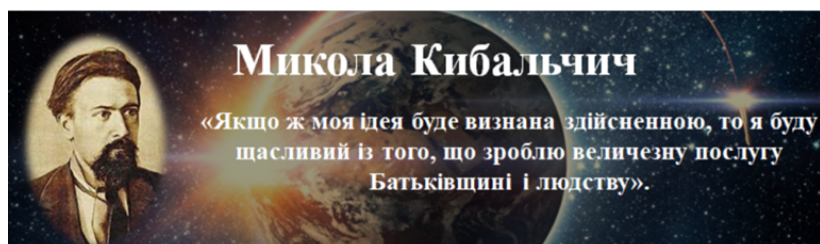
Перейдіть за посиланням або QR-кодом

<https://storymaps.arcgis.com/stories/9b12d2baf6ba493f890eb95bcd6081ee>



Перейдіть за посиланням або QR-кодом

<https://storymaps.arcgis.com/stories/5fbaba4458db4024bfdf02262d273f81>



Додаток 2

STEM-урок

10 клас.

Тема уроку. *Закони Ньютона (закони динаміки).*

Тип уроку. Засвоєння нових знань.

Мета уроку. Пояснити сутність законів динаміки (першого, другого, третього законів Ньютона) дослідним шляхом, їх фізичну сутність та межі застосування. Розвивати логічне мислення, творчі здібності, пам'ять, спостережливість, вміння порівнювати, аналізувати навчальний матеріал та

пояснювати фізичні явища. Виховувати прагнення до самовдосконалення, впевненість у собі, необхідність в знаннях.

Формування ключових компетентностей:

- основні компетентності у природничих науках і технологіях;
- інформаційно-цифрова компетентність;
- математична компетентність;
- уміння вчитися впродовж життя.

Очікувані результати навчання:

Знаннєвий компонент. Оперує поняттями і термінами: сила, рівнодійна сил, вага, маса, закони динаміки. Пояснює математичні вирази законів динаміки. Окреслює межі застосування законів динаміки.

Діяльнісний компонент. Експериментально досліджує властивості різних видів руху, перевіряє закони динаміки. Уміє графічно зображати функційні залежності опису механічного руху та взаємодії.

Ціннісний компонент. Виявляє ставлення та оцінює на якісному рівні результати використання знань із механіки в реальних життєвих ситуаціях.

Обладнання. Цифрова фізична лабораторія VERNIER.

Основні етапи уроку:

- Обґрунтування необхідності отримання нових знань
- Формулювання змісту дослідницької задачі
- Дослідницька задача
- Застосування набутих знань
- Підсумок уроку

Формулювання змісту дослідницької задачі

Мета: пояснити сутність законів динаміки (першого, другого, третього законів Ньютона) дослідним шляхом, їх фізичну сутність та межі застосування.

Обладнання: динамічна система (рампа довжиною 1,2м), регульований кінцевий стоп, два низькофрикційні (зі зменшеним тертям) пластикові візки,

детектор руху, відбивач детектора руху, датчик сили, акселерометр, LabQuest2 аналого-цифровий перетворювач з екраном для обробки даних.

№	Назва приладу	Призначення	Малюнок
1	Рампа	дошка довжиною 1,2м для одержання більших можливостей в експериментах	
2	Детектор руху – MD-BTD датчик відстані та прискорення	використовується для визначення положення, швидкості та прискорення рухомих об'єктів	
3	Регульований кінцевий стоп	розширити функціональність з додатковими наборами для точного контролю руху	
4	Два низькофрикційні (зі зменшеним тертям) пластикові візки	оптимізовані на довговічність, універсальність та навчальну цінність	
5	Відбивач детектора руху	для використання з динамічною системою шляхом кріплення до візків	
6	Акселерометр (датчик прискорення)	для вивчення одновимірного прискорення в найрізноманітніших експериментах з демонстрації прискорення	
7	Датчик сили двобічної направленості	для вимірювання сили штовхання і витягування	
8	LabQuest 2	аналого-цифровий перетворювач (АЦП) для збору даних з	

		підключених датчиків та обробки інформації	
--	--	--	--

Обґрунтування необхідності отримання нових знань.

Важливість законів Ньютона: закони Ньютона разом з його ж законом всесвітнього тяжіння та апаратом математичного аналізу вперше в свій час надали загальне та кількісне пояснення широкому спектру фізичних явищ, починаючи з особливостей руху маятника та закінчуючи орбітами Місяця та планет.

Дослідницька задача

№1. Перший закон Ньютона. Одним із найефективніших методів опису прямолінійного рівномірного руху є побудова залежності положення, швидкості від часу.

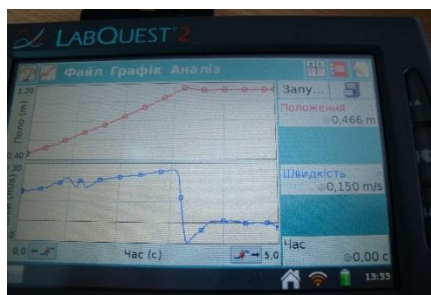
Якісний аналіз графіків руху візка допоможе вам зрозуміти перший закон динаміки.

Завдання.

1. проаналізувати рух візка на рампі;
2. прогнозувати, намалювати та протестувати положення залежно від часу;
3. прогнозувати, намалювати та протестувати швидкість залежно від часу.

Виконання завдання.

В експерименті використовується рампа з регульованим кінцевим стопом та прикріпленим датчиком руху. На рампі знаходиться візок з відбивачем для датчика руху.



Аналіз.

1. опишіть рух візка для кожних кривих;
2. поясніть значення нахилу кривої залежності часу від положення;
3. який тип руху відбувається, коли нахил кривої залежності часу від положення дорівнює нулю, постійний?
4. поясніть значення нахилу кривої залежності часу від швидкості;
5. який тип руху відбувається, коли нахил кривої залежності часу від швидкості дорівнює нулю, не дорівнює нулю?

№2. Другий закон Ньютонa. Одним із найефективніших методів опису прямолінійного рівноприскореного руху є побудова залежності часу від положення, часу від швидкості та часу від прискорення. Уся ця інформація може бути відображена на графіку. Якісний аналіз графіків руху візка допоможе вам зрозуміти другий закон динаміки.

Завдання.

1. зібрати дані про відстань, швидкість та прискорення, з яким візок котиться вгору та вниз;
2. проаналізувати криві залежності часу від положення, часу від швидкості та часу від прискорення;
3. визначити найбільш оптимальні рівняння кривих залежності часу від відстані та часу від швидкості;
4. визначити криву залежності часу від середнього прискорення.

Виконання завдання.

В експерименті використовується рампа та візок із низьким коефіцієнтом тертя, на який кріпиться акселерометр (датчик прискорення). Підключить датчик прискорення до АЦП. Крива залежності продемонструє такі зміни, при цьому враховуємо кут нахилу рампи. У цьому завданні ви будете використовувати детектор руху, щоб зібрати дані про відстань, швидкість та прискорення візка, що котиться вгору та вниз.

Аналіз.

1. на кривій залежності часу від положення розташуйте найвищу точку візка на рампі, вона є найближчою до детектора руху;

2. позначте точку та запишіть значення на кривій;
3. визначте та запишіть: яка була швидкість візка на піку його руху?
4. визначте та запишіть: яким було прискорення візка на піку його руху?

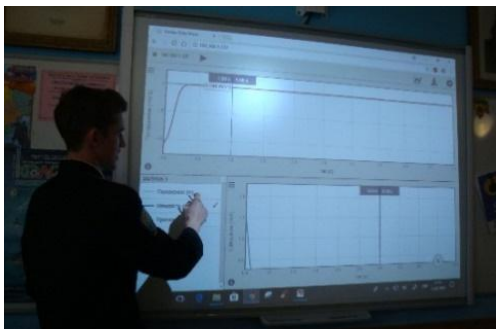
№3. Третій закон Ньютона описує взаємодію між двома тілами. В експерименті використовується рампа з двома візками різного кольору (для зручності).

Завдання.

1. обережно буксуйте один візок другим візком, на якому прикріплено датчик сили (ви маєте 5 секунд, щоб спробувати декілька розтягнень);
2. визначте криву залежності сили від часу.

Аналіз.

1. що ви можете сказати про дві сили, які прикладені до візків? як із цим пов'язана магнітуда? із цим пов'язані знаки?
2. який вплив має ваша відповідь на аналіз цієї силової пари?
3. що насправді означає однаковий та протилежний?



Застосування набутих знань. Досліди, що ілюструють закони Ньютона, полегшують розуміння фізичних явищ, розширюють дослідницьку складову у вивченні природничих наук, а також навчають користуватися інформаційними технологіями як сучасним і зручним інструментом.

Підсумок уроку. Сила методу фізики – у безпосередньому зв'язку з реальністю. Отримання надійного результату та подальше його використання у вирушенні реальних проблем – цього може навчити фізика. Предмети починають слухатися вас, ви передбачаєте певні події, явища. Ви отримуєте владу над речами. А це щось набагато цікавіше.

STEM-квест

10 клас. Назва квесту. *Енергія народжена для польотів.*

Розроблений навчальний веб-квест «Енергія народжена для польотів»

представлений у вигляді сайту і знаходиться за посиланням або QR-кодом:

<http://questzolotoeruno.blogspot.com/>



Мета квесту. Ознайомитись з основами термодинаміки, її законами та сферами використання.

Навички XXI століття:

- інформаційна грамотність, медіаграмотність;
- критичне мислення;
- ІКТ-грамотність;
- креативність;
- комунікативні навички та навички співробітництва.

Складові веб-квесту.

- *Головна сторінка.* Маршрутний лист.
- *Про квест.* Пам'ятка учасникам веб-квесту.
- *Завдання 1.* Фізика + Історія. *Ролі:* фізики та історики.
- *Завдання 2.* Дослідження. *Ролі:* дослідники.
- *Завдання 3.* Інженерія . *Ролі:* інженери.
- *Завдання 4.* Експертиза . *Ролі:* експерти.
- *Результативність.* Тест «Знавці теплових машин».

STEM-симуляції**11 клас.****Лабораторна робота . Дослідження явища електромагнітної індукції.**

Мета: дослідити умови виникнення індукційного струму в замкненій котушці; з'ясувати чинники, від яких залежать сила та напрямок індукційного струму.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (гальванометр, магніти, дротяна котушка).

Хід роботи. Результати досліджень відразу заносьте до таблиць.

Експеримент 1. З'ясування умов виникнення індукційного струму в замкненому провіднику.

Перейдіть за посиланням або QR-кодом та *налаштуйте параметри як показано на рисунку:*



https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_uk.html

Виконання лабораторної роботи

Експеримент 1. З'ясування умов виникнення індукційного струму в замкненому провіднику.

№	Дії з магнітом і котушкою	Як поводить ся стрілка міліамперметра (відхиляється ліворуч, праворуч, не відхиляється)
1	Уводимо магніт у котушку північним полюсом	
2	Залишаємо магніт нерухомим	
3	Виводимо магніт із котушки	
4	Уводимо магніт у котушку південним полюсом	
5	Залишаємо магніт нерухомим	
6	Виводимо магніт із котушки	
7	Наближаємо котушку до південного полюса магніту	
8	Наближаємо котушку до північного полюса магніту	

Аналіз результатів експерименту 1:

1. за яких умов у замкненій котушці виникає індукційний струм;
2. як змінюється напрямок індукційного струму в разі зміни напрямку руху магніту;
3. як змінюється напрямок індукційного струму в разі зміни полюса магніту, який наближають або віддаляють від котушки.

Експеримент 2. З'ясування чинників, від яких залежить значення індукційного струму.

№	Дії з магнітом і двома котушками	Сила струму I , мА
1	Швидко вводимо магніт у котушку, де число витків більше	
2	Повільно вводимо магніт у котушку, де число витків більше	
3	Швидко вводимо у котушку, де число витків менше	
4	Повільно вводимо у котушку, де число витків менше	

Аналіз результатів експерименту 2:

1. як залежить сила індукційного струму від швидкості відносного руху магніту та котушки
2. як залежить сила індукційного струму від значення індукції зовнішнього магнітного поля, зміна якого спричиняє появу струму в котушці.

Аналіз експерименту та його результатів

За результатами експерименту сформулюйте і запишіть висновок, у якому зазначте:

1. які умови виникнення індукційного струму в замкненій котушці;
2. назвіть чинники, від яких залежать сила та напрямок індукційного струму.

Контрольні запитання

1. Скільки є способів викликати індукцію? Поясніть ваш метод (и), посилаючись на дослід з моделювання.
2. Що відбувається з яскравістю лампи, коли кількість витків у котушці зменшиться вдвічі, але швидкість магніту залишаємо незмінною?
3. Скориставшись законом збереження електричного заряду поясніть виникнення ЕРС індукції.

Додаток 5

STEM-екскурсія

11 клас.

Назва. *Космічна експедиція «У пошуках космічної адреси Землі».*

Мета. Поповнити уявлення учнів про Сонячну систему, нашу Галактику Молочний Шлях та інші галактики, а також про життя у Всесвіті. Відшукати у Всесвіті космічну адресу Землі.

Обладнання. Зоряна інтерактивна мапа <https://stellarium-web.org/>, сайт телескопу Хаббл https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html, фото НАСА <https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>, фрагменти з фільму «Зоряні війни», фрагменти з наукових фільмів про космос.

Предмет	Компетентності у математичних, природничих науках і технологіях
Астрономія	Уміти користуватися рухомою картою зоряного неба
Фізика	Оцінювати умови, які необхідно знати, щоб стати астронавтом
Біологія	Аналізувати фізіологічні потреби астронавтів у космосі
Математика	Розрахувати відстань космічної адреси Землі
Інформатика	Комп'ютерна графіка «кроссенс», «кластер»

Вступ. У стародавні часи люди для орієнтування на суші, на морі не мали ні компасів, ні GPS. Їх своєрідним дороговказом, тобто компасом, слугувало зоряне небо. Вони шукали характерні візерунки на небі – сузір'я і називали їх на честь тварин, фізичних приладів та інструментів, міфічних героїв. Пізніше скупчення сузір'їв стали називати галактиками. Пропоную здійснити захоплюючу мандрівку у зоряний Всесвіт.

Етапи експедиції. Цікавість про наше місце в космосі і чи можемо ми подорожувати в далекі світи поза нашим світом залежить від розуміння розміру, відстані та інших характеристик космічних об'єктів. З цією метою ми побудуємо масштабну модель системи нашої адреси, а також дізнаємося, скільки доведеться подорожувати, щоб зробити це.

Результати космічної експедиції. Розгадали кроссенс «Планети Сонячної системи», склали кластер «Космічна адреса Землі у Всесвіті», розрахували адресу Землі у світлових роках.



Підведення підсумків. Якщо завдання про тернисту дорогу у космос не налякали вас, а тільки зміцнили вашу волю, – ви на правильному шляху! У вас достатньо сил для того, щоб чинити великі справи. Тільки так, маленькими кроками можна дійти до вершини. Оціни всі за і проти виконавши астрономічний тест.

Перейдіть за посиланням або QR кодом

<https://learningapps.org/watch?v=pvi9r1d7c19>



Додаток 6

STEM-урок у довкіллі

11 клас

Тема. *Молекули щастя які вони?*

Мета. На основі спостережень ввести в єдину систему знань про природу: уявлення про фотохімічні реакції, суть фотосинтезу, основи квантової оптики.

Обладнання. Фотоапарати (гаджети), мікроскопи, зошити для записів.

Предмет	Компетентності у математичних, природничих науках і технологіях
Хімія	Уміти пояснювати та аналізувати фотохімічні реакції
Фізика	Процес одержання фотографії та її роль в науці, техніці, медицині та культурі
Біологія	Характеризувати методи біологічних досліджень (описовий, порівняльний) процесу фотосинтезу
Інформатика	Комп'ютерна графіка «скласти пазл», «хмара слів», колаж, кросворд

Хід уроку.

Організаційний момент. Пропоную Вам здійснити захоплюючу подорож у дивовижний світ природи (*пора року – осінь, місяць жовтень*). Природа цікава і неповторна. Вона завжди чарує нас своєю оригінальністю і красою. І не вивчати її людина просто не може, бо природа наділила людину прагненням до пізнання істини. Ми живемо у світі дивних природних явищ, проте, як це не парадоксально, навіть за допомогою інструментів пізнання, які має у розпорядженні сучасна наука, багато з них до кінця вивчити не вдалося. Людина за своєю природою завжди прагнула не просто вивчати світ, а й застосовувати ці знання для задоволення своїх потреб, ставила на службу закони природи. Не оминуло це і світло.

Під дією світла молекули речовини можуть змінювати свій стан, вступати в реакції, руйнуватися. Хімічні перетворення, які відбуваються під дією світла, називаються *фотореакціями*. Самою головною фотореакцією на Землі являється *фотосинтез*. У всіх випадках для приготування різних фарб природа використовує одну і ту ж унікальну конструкцію – довгий *вуглеводневий ланцюг*. На цьому уроці ви будете дослідниками.

Етапи уроку. Кольорове різномаяття нашого світу існує завдяки виборчій здатності молекул поглинати світло. Сонячне світло, яке ми вважаємо білим, є сумішшю всіх кольорів райдуги. Білий папір ми бачимо білим, тому що він відбиває все падаюче на нього світло. А якщо, наприклад, речовина поглинає всі складові світла, крім *червоного*, то вона нам здається *червоною*. А якщо речовина поглинає все, крім *синьої* складової, то вона буде здаватися *синьою*. Висновок: барвники – це речовини, які вибірково поглинають світло. Таким чином, *молекула хлорофілу поглинає червону і синю частину видимого світла*. Зелений колір вона відбиває. Ось чому листя рослин здаються нам зеленим. Але знайте, що в кожному листі наряду з молекулою *хлорофілу* присутні молекули *каротину* (поглинають всі кольори райдуги, крім жовто-оранжевого) та молекули *лікопину* (поглинають всі кольори райдуги, крім червоного).

- Виходимо на територію навчального закладу. Зверніть увагу, у якому стані перебувають рослини довкола: листя дерев, кущів, квітів, плодів, ягід, трави.
- Проведіть спостереження за рослинами. Яке їх забарвлення? Чим ці зміни обумовлені? Як це пояснити на основі загальних і часткових законів природи?
- Відповіді вам підкаже хмара слів. Подивіться на неї уважно. Теги, з яких складається хмара, допоможуть вам остаточно впевнитися про які саме молекули йде мова.

Каротин	C ₄₀ H ₅₆ , жиророзчинний помаранчево-жовтий пігмент з групи каротиноїдів, попередник вітаміну А.	
Лікопин		каротиноїдний пігмент, який змінює забарвлення плодів деяких рослин, наприклад томатів, гуави, кавуна.
Меланін		природні чорні, коричневі, червоні або жовті пігменти.
Ретиналь		маленька молекула, похідна з вітаміну А, який є основною хімічною складовою фотопігментів.
Родопсин		зоровий пігмент, міститься в палочках сітківки ока морських безхребетних, риб, майже всіх наземних хребетних і людини.
Хлорофіл		зелений пігмент, присутній в клітинах рослин, деяких водоростей і ціанобактерій, що надає їм відповідного кольору.

ДНК	дезоксирибонуклеїнова кислота, що забезпечує зберігання, передачу з покоління в покоління і реалізацію генетичної програми розвитку й функціонування живих організмів
-----	---

- Сфотографуйте різні види рослин, зробіть колаж.
- За народним календарем спробуйте пов'язати народні прикмети і звичаї з цим днем.
- Дайте фізичну оцінку явищу, описаному у рядках поезії Ліни Костенко:

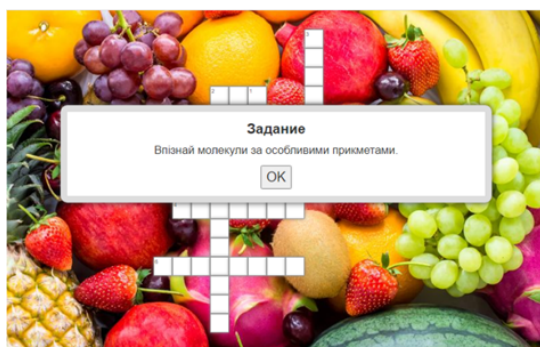
Красива осінь вишиває клени
 Червоним, жовтим, срібним, золотим,
 А листя просить: - Вищий нас зеленим!
 Ми ще побудем, ще не облетим...

- Так які вони – молекули щастя?
- Відомо, що під час фотосинтезу рослини виділяють кисень. Чи зменшується його кількість узимку?

Результати уроку в довкіллі. Розгадали кросворд «Впізнай молекулу за особливими прикметами», склали пазл «Фотосинтез», створили «Колаж».

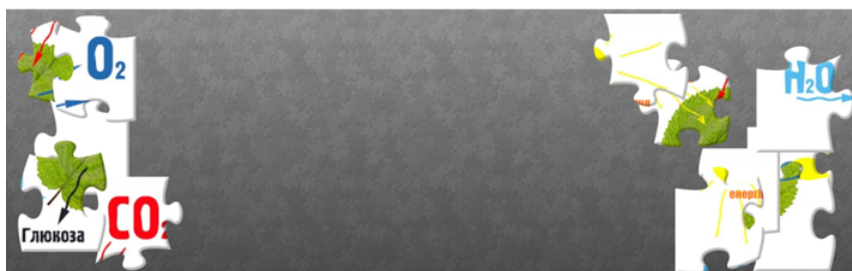
Перейдіть за посиланням або QR кодом

<https://learningapps.org/watch?v=p0i96kovc22>



Перейдіть за посиланням або QR кодом

<https://www.jigsawplanet.com/?rc=play&pid=3f90f1fd50cf>



Підведення підсумків. Після цього уроку ви стали знавцями хімічної дії світла і зможете використати набуті знання для розв'язання практичних завдань. Провівши дослідження, ви зрозуміли, що під дією світла молекули речовини можуть змінювати свій стан, вступати в реакції, руйнуватися. Кольорове різномайття нашого світу існує завдяки виборчій здатності молекул поглинати світло.

Додаток 7

STEM-курс

11 клас.

Назва. *Основи практичної астрономії.*

Мета. Осмислити уявлення про небесну сферу та системи координат космічних тіл; показати зв'язок небесних координат із географічними координатами Землі; навчитися орієнтуватися на місцевості за допомогою сонячного годинника; за допомогою карти зоряного неба знаходити на небосхилі яскраві зорі.

Наочні посібники.

Карта зоряного неба <https://drifted.in/planisphere-app/app/index.xhtml>, зоряний глобус, комп'ютерні програми Solar System Scope , Star Walk, Solar Walk.

Предмет	Компетентності у математичних, природничих науках і технологіях
Астрономія	Використання рухомої карти зоряного неба під час спостережень

Предмет	Компетентності у математичних, природничих науках і технологіях
Фізика	Практична значущість закону всесвітнього тяжіння для пояснення будови Сонячної системи, руху Землі навколо Сонця
Математика	Розв'язування астрономічних вправ і задач на ознайомлення з основами вимірювання часу
Інформатика	Використання комп'ютерних програм, що працюють в інтерактивному режимі
Географія	Визначення географічних координат на місцевості за допомогою Полярної зорі, орієнтування на місцевості за допомогою сонячного годинника

Вступ. Людина завжди прагнула пізнати незвідане. Космос - такий близький і водночас далекий - завжди вабив людей. Що там, на зірках? Наскільки вони далеко? Як впливають на наше життя? Чи видно з зірок Землю? І не одразу люди зрозуміли: космос не можна підкорити, його можна тільки намагатися якомога глибше пізнати, щоб використовувати ці знання на благо - людей, природи, Землі. Так, дорогу до Криму чумаки визначали за Молочним Шляхом. Влітку, у період мандрівок чумаків, його срібляста смуга пролягала з півночі на південь. Проте на небі є значно простіший дороговказ - Полярна зоря. Отже, темою нашого курсу стане космос - сузір'я, зірки, Сонце і Земля.

Розділ 1. Небесна сфера. Системи небесних координат.

У ясну ніч, коли небо безхмарне, добре видно зірки. Звернімо увагу на те, як розташовані зірки, чи однакового вони кольору і величини, чи змінюють своє положення відносно Землі, чи однаково яскраво світять.

Зірки на небі розташовані у певному порядку - в сузір'ях. Люди з давніх давен придумали назви сузір'ям і навчилися знаходити їх на небосхилі. Знання сузір'їв допомагає нам відшукувати окремі зірки.



https://drive.google.com/drive/folders/1wWwH_S7WjEuA5byWVWP3B_nFBoFk8Br9

Розділ 2. Рух Сонця. Вимірювання часу.

За допомогою небесних світил можна визначати час. Період обертання Землі навколо осі використовують для відліку годин, хвилин і секунд. Період обертання Землі навколо Сонця використовують при створенні календарів для відліку тривалих проміжків часу.



<https://drive.google.com/drive/folders/1FBN7hTG626nIhvAmtyaXfJHjPl8YpxcG>

Розділ 3. Елементи практичної астрономії

Що таке сузір'я? Щоб легше було орієнтуватися на небосхилі (адже зірки видаються з Землі дуже схожими), ще в давнину люди перемалювали розташування зірок на папір, об'єднали деякі з них лініями у контури, що нагадують знайомих їм тварин, предмети, інші об'єкти. Ми звикли до цих сузір'їв, і хто добре їх знає, швидко орієнтується по зірках, мандруючи по землі. Адже зірки у ясну ніч видно і з долин, і з гір, і з поверхні океану.

Зірки ковшів сузір'їв Великої та Малої Ведмедиці вказують на Полярну зірку. Це дуже яскрава зоря, вона завжди допомагає мандрівникам визначити північний напрям. Саме завдяки їй вони не збиваються зі шляху (Полярна зірка допомагає зорієнтуватися на місцевості - правильно знайти всі сторони горизонту). Полярну зірку часто називають дороговказною. Знайти її особливо важливо для морських мандрівників, адже у безкрайньому морі зовсім небагато

інших орієнтирів (порівняйте морські простори з лісом, полем, горами, навіть із пустелею, а у місті, напевно, найбільше різних орієнтирів).



<https://drive.google.com/drive/folders/1vGulXms-B01KqgJVNPlgz98pFe7BDT0L>

Додатки.



<https://drive.google.com/drive/folders/1d8Z7gjLCuPpRF2lrrJum2UptVAF3cKxsD>

