Довідка

**Шляхи реалізації STEM**-**освіти**

**у закладах загальної середньої освіти міста Конотопа**

***28 квітня 2020 року***

Перехід до інноваційної освіти європейського рівня передбачає підготовку фахівців нової генерації, здатних до сучасних умов соціальної мобільності, засвоєння передових технологій.

Що таке STEM-освіта? Це поєднання науки, математики, технологій і інженерії. STEM-освіта передбачає формування критичного мислення та навичок дослідницької діяльності.

Сьогодні підлітки з великим задоволенням створюють цифровий контент, обмінюються ним та використовують його в великих масштабах. Вони запускають веб-сайти, блоги, знімають відео на телефони, створюють власні ігри.

STEM-освіта вимагає від учнів великих здібностей працювати як в команді, так і самостійно.

Одне з основних завдань, яке повинен розв’язувати заклад освіти – це організація та підтримка цілеспрямованої пізнавальної діяльності учнів, формування у них умінь та навичок здійснювати наукові дослідження. Головна мета освіти учнів в закладах освіти – це створення системи навчання на основі компетентнісного підходу, яка орієнтована на самореалізацію особистості.

На заняттях з використанням STEM-освіти учні не є пасивними спостерігачами, а є пошуковцями, творцями нового, тому вони краще запам’ятовують те, що «відкрито» ними самими.

Як же STEM-освіта реалізується в закладах освіти нашого міста.

У **СШ №2 (учитель Рибець Світлана Дмитрівна)** STEM-освіта впроваджується на звичайних уроках - фізики та інтегрованих уроках (фізика та географія), а також у позаурочній роботі: гурток «ГЕФІАС», участь у проєктах з енергоефективності «Школа Енергії», у конкурсах з фізики, у створенні навчально-дослідницьких проєктів.

Уроки з використанням STEM-технології дають можливість формувати у дитини стійку цікавість до природничо-математичних наук, засвоювати сукупність практично важливих знань, необхідних для подальшого життя людини у техносфері, глибокого розуміння екології й природи в цілому. Так, при вивченні тем «Теплові явища» (8клас), «Основи термодинаміки» (10 клас), «Світлові явища» (9 клас), «Електродинаміка» (11 клас) використовується діюча модель «Розумний будинок» з системою датчиків (освітлення, температури, вологості), що допомагає учням зрозуміти, як перетворити власне житло в енергоефективне та екологічно безпечне. Вивчаючи оптичні явища, учні мають можливість ознайомитись із діючою моделлю сонячної батареї, вивчити будову та принцип її дії. Відомо, що діти із задоволенням пізнають навколишній світ через гру, конструювання та моделювання. Підвищити зацікавлення до вивчення механічних явищ у 7 класі допомагає використання конструктора Lego Education. Учні вивчають прості механізми (рухомий та нерухомий блок, важiль), їх будову, принцип роботи, застосування їх у сучасних машинах та механізмах, які використовуються в реальному житті.

Чудовою традицією в СШ №2 є проведення інтегрованих та бінарних уроків. Наприклад, інтегрований урок з фізики та географії «Виникнення та поширення механічних хвиль. Фізичні величини, які характеризують хвилі» був проведений за принципами STEM-освіти. Учні для вирішення конкретної проблеми оволоділи теоретичними знаннями з фізики та географії, користувались точними математичними розрахунками та сучасними технічними засобами, а також простими моделями та пристроями (панель з піском для створення малюнків). Емоційний ефект та незабутні враження залишили репродукції картин відомих мореністів, учнівських малюнків, чудова поезія та чарівна музика.

Позаурочна робота з природничих наук у СШ №2 проводиться на базі гуртка «ГЕФІАС», що працює вже більше 10 років. Напрямки діяльності гуртківців (учні 7-11класів) досить широкі. Екологічна свідомість та глибоке розуміння природи в учнів формується під час роботи над дослідницькими проєктами по парниковому ефекту, шляхом створення моделей та фіксуванням температури за допомогою сучасних приладів (електричного термометра, пірометра та дата логера).

СШ №2 реалізувала енергоефективний аспект навчальної діяльності в рамках міжнародного проєкта «Школа Енергії», робота якого була побудована на засадах STEM-технології. Учні виконували роль енергоаудиторів та енергоменеджерів, освоювали наукову методологію, планували власну дослідницьку діяльність, проводили вимірювання за допомогою сучасного обладнання (набір юного енергоаудитора) та спеціальних комп’ютерних програм (Umuni). Результатом роботи стали конкретні рекомендації по зменшенню використання тепла, енергії та води спорудою школи. А головне - це формування нової культури споживання енергоресурсів у всіх учасників освітнього процесу.

Використання STEM-освіти дає можливість учням здобувати знань шляхом конструювання пристроїв і механізмів. Створення фізичних приладів та моделей є одним із видів домашніх завдань з фізики. Діти демонструють моделі в класі або показують відео, яке знімають вдома.

**СШ №2** велику увагу приділяє дослідницькій діяльності. Окремі проєкти представлені на олімпіаді з екології та МАН. Науково-дослідницькі проєкти дозволяють органічно інтегрувати знання учнів з різних дисциплін під час розв’язання реальних проблем, обумовлюють їх практичне використання, генерують при цьому нові ідеї, формують всі необхідні життєві компетентності.

У **СШ №3 (учителі Салогуб Оксана Іванівна, Коперсако Ольга Миколаївна)** актуалізація навчального матеріалу на уроках фізики іноді проводиться у вигляді тестування в сервісі Triventy, або у вигляді гри «Знайди пару». Для всебічного розвитку і практичного застосування знань учні отримують випереджальні домашні завдання з фізики, які учні розміщують на дошці оголошень Padlet. Практичне застосування знань отриманих з фізики (за можливості) здійснюється шляхом складання проєктів з micro:bit:

* вимірювання температури ґрунту на поверхні та на глибині, повітря, їжі під час приготування (зробити обробку даних та побудувати графіки зміни температури);
* створення міні-метеостанції для отримання інформації про погодні умови (температуру, вологість повітря та силу вітру);
* створення пристрою для визначення швидкості рухомого об’єкта, точного визначення часу руху;
* створення системи для обробки даних;
* створення двоколісної машини на радіокеруванні з серводвигуном (валом сервоприводу можна управляти, задаючи йому положення в градусах або певну частоту обертання) та потенціометром (задає положення вихідного вала – частоту обертання) та за бажанням додати світлові сигнали повертання або зупинки машини;
* створення світлофора.

При виконанні практичних задач у програмі ***Microsoft Excel*** учні виконують умовне форматування клітинок та побудову графіків (коли можливо провести урок в кабінеті інформатики), що дає змогу спростити математичні обрахунки, і наочно відобразити відповіді на запитання вчителя.

На початку вивчення теми вчитель використовує мотивуючі завдання: наприклад, при вивченні поняття «Швидкість руху» - «Уявіть, що ви рухаєтеся в автомобілі за містом, де по шляху слідування стоять розмітки. Як при цьому визначити швидкість руху автомобіля?».

Для кращого уявлення фізичної суті явища здійснюємо моделювання фізичних приладів, явищ (виготовити психрометр гігрометричний. Обладнання: два термометри, пластикова прозора пляшечка 0,5 л, шматочок бинта, чотири хомути).

Учителі реалізують фізичні проекти:

у 6-8 класах - спроби проведення дослідницьких робіт на основі навчального матеріалу з програми (виконати всі етапи наукового дослідження і самостійно отримати новий для них факт);

у 8-9 класах - самостійне дослідження теми, що виходить за межі програмного матеріалу.Результат – написання і захист роботи на МАН, участь у творчих конкурсах і фестивалях.

у 9-12 класах - наукове дослідження за обраною темою, досягнення практичного результату, розробка Startup.

**13 лютого** **2020 року** Салогуб Оксана Іванівна, учитель фізики, та Коперсако Ольга Миколаївна, учитель інформатики та математики СШ №3, показали учням, як можна застосувати отримані знання на практиці. Темою бінарного уроку була "Вологість". Учні працювали над колективним навчальним проєктом. Практичне застосування знань отриманих з фізики учні здійснили шляхом складання проєкту з mikro:bit для визначення вологості грунту у онлайн-редакторі коду MakeCode Editor. Практичні задачі виконували у програмі Mikrosoft Excei та побудали графіки, що дало змогу спростити математичні обрахунки, і наочно відобразити відповіді на запитання вчителя. На закріплення етапів роботи над проєктом, учням було запропоновано скласти "вежі знань" із цеглинок ЛЕГО, що дозволило пригадати всі етапи вивченого матеріалу у вигляді вправи "5П". На уроці було поєднано і науку, і технології, і інженерію, і математику.

**ЗОШ №5 (учителі Слизький Олексій Петрович, Ковальчук Тетяна Георгіївна)** уроки фізики реалізуються через:

- навчальний фізичний експеримент (демонстраційний, фронтальний, лабораторні роботи, короткотривалі досліди, спостереження, домашні експерименти;

- розв'язування задач (компетентнісні задачі із життєвих ситуацій виробничого характеру), розрахункові та якісні, фотозадачі, задачі-оцінки, творчі задачі)

- практичні завдання (прикладами впровадження елементів STEM-освіти на уроках фізики є: метод «критичного читання тексту» для порівняння величин або понять, метод «Діаграма Ейлера-Вена» та «Асоціативний кущ», «Парад розумних думок», створення граф-схем з теми, цікаві запитання з рубрики «Фізика навколо нас», короткі повідомлення або презентації з даної теми.

На уроках фізики акцентується увага учнів на тому, що світ навколо нас є складною системою зв’язків і взаємовпливів. Щоб зрозуміти принцип STEM, необхідно бачити не просто явище, а розуміти, які математично обумовлені фізичні, хімічні, географічні закономірності призвели до його виникнення. Тому для підвищення ефективності вивчення фізики потрібно постійно проводити вимірювання фізичних параметрів навколишнього середовища.

**СШ №9 (учитель Ворона Галина Василівна)**

Під час проведення своїх уроків учитель використовує: мультимедійні засоби навчання, інформаційні технології, мультимедійні презентації сприяють ефективному управлінню увагою учнів, дозволяють подолати пасивний спосіб передачі учням готових знань, де полегшують демонстрацію узагальнюючих схем, таблиць, діаграм, статистичних даних. Окрім того, використовуючи анімацію та вставки відеофрагментів, можливо демонструвати динамічні процеси. Перевагою мультимедійних презентацій є швидкість і зручність відтворення матеріалу, можливість дотримуватися структури заняття: за допомогою заголовків на кожному слайді забезпечується можливість стежити за перебігом викладу матеріалу. Є можливість виділити нові терміни та ключові слова. Це полегшує їхнє усвідомлення і засвоєння.

Також одним із ефективних засобів формування компетентностей є дослідно-проектна діяльність. Проектна діяльність – одна з найперспективніших складових освітнього процесу, яка створює умови творчого саморозвитку та самореалізації учнів, формує всі необхідні життєві компетенції: мовленнєві, інформаційні, політичні та соціальні. Самостійний пошук знань, їх систематизація, можливість орієнтуватися в інформаційному просторі, бачити проблему і приймати рішення відбувається саме через метод проєктів. В основі методу проєктів лежать розвиток пізнавальних навичок учнів, умінь самостійно конструювати свої знання й орієнтуватися в інформаційному просторі, удосконалення критичного мислення.

Проєкт як засіб реалізації STEM-освіти у закладі освіти дозволяє органічно інтегрувати знання учнів з різних дисциплін під час розв’язання реальних проблем, обумовлює їх практичне використання, генерує при цьому нові ідеї, формує всі необхідні життєві компетенції.

Одним із дієвих засобів на уроках є практико-орієнтовані завдання. Під практико-орієнтованими завданнями для учнів розуміють завдання, умови, які є описом ситуацій із повсякденного життя учнів. Це завдання на складання текстових задач після проведення будь-яких екскурсій; практичні роботи, пов’язані з безпосереднім вимірюванням, спостереженням, збором необхідної інформації.

Екскурсії розглядаються як потужний засіб реалізації завдань STEM - освіти: популяризації інженерно-технологічних професій, формування наукового світогляду, інтеграції матеріалу різних навчальних предметів в межах одного навчального дня, здійснення керованої дослідно-проєктної діяльності тощо.

Галина Василівна використовує кейс-уроки, де навчальний матеріал формують за особливим алгоритмом у цікавому форматі, який дозволяє дати цілісне комплексне уявлення про досліджуване явище. Він складається з розгорток різних предметів, які системно відображають розділи шкільної програми, а також суміжну інформацію за її межами. Звичайно, кейси можуть повністю охоплювати не всі STEM-предмети, але розкриватимуть хоча б один. Все залежатиме від об’єкту, якому буде присвячуватись кейс, наприклад, мобільний телефон чи 3Д друк можна розкрити з точки зору усіх ланок STEM, ще й залучити інші предмети.

Інформація у кожному розділі кейсу - це не просто тези, а конкретні відповіді на запитання:

— Як працює досліджуваний об’єкт чи явище?

— Які проблеми існують в контексті його розгляду? Як їх вирішити?

— Яким може бути результат?

— Які фундаментальні чи нові знання є в галузі, що досліджується?

Кейси супроводжуються формулами, графіками, діаграмами та різного роду інфографікою, що значно легше сприймається учнями. Однією з головних переваг кейсів є те, що вони передбачають багатовимірне сприйняття світу, цінностей та явищ, а це, звичайно, відповідає головним завданням STEM-освіти.

**ЗОШ №10 (учителі Олексенко Ірина Олексіївна, Кондрушенко Іван Миколайович)**

Учителі на уроках та позаурочний час використовують сучасні засоби навчання: інтерактивні дошки, тринокулярний мікроскоп, цифрову лабораторію EinsteinLabMate, метеостанцію, конструктор Lego. Для навчання та здійснення контролю знань і вмінь учнів педагоги застосовують Інтернет-ресурси. Це значно підвищує активність дітей, пробуджує пізнавальний інтерес до вивчення предметів у межах програми й поглиблено.

На відміну від класичної освіти, за STEM дитина отримує набагато більше автономності. На процес навчання набагато менше впливають стосунки, які склалися між учнем та вчителем, що дає можливість більш об’єктивно оцінювати прогрес. За рахунок такої автономності, дитина вчиться бути самостійною, приймати власні рішення та брати за них відповідальність.

Учні 6-7 класів, готуючи експонати для міської виставки природничих колекцій, використовували сучасний мікроскоп та обладнання до нього. Школярі створили колекцію мікросвіту «Фотовернісаж в об’єктиві мікроскопа».

Із захопленням учні 8-9 класів відвідують шкільний гурток: «Основи робототехніки» (2 години на тиждень), де, працюючи з конструктором LegoMindstorms, пізнають основи початкового інженерно-технічного конструювання, створюють і програмують роботів для виконання простих і ускладнених завдань. На заняттях діти досліджують та моделюють конкретний автоматизований пристрій, який має аналог в дійсності, збирають його моделі та програмують. Завершальний етап – створення власної моделі з 3D моделюванням.

У 2017-2018 н.р. учні працювали над виготовленням роботів у категорії «Сумо». Школярі у 2018-2019 навчальному році взяли у[часть у міжнародному конкурсі Junior Uni](https://www.youtube.com/watch?v=2ml7IP6zZMg), де представили свою творчу роботу.

Нові підходи до організації навчання сприяють підвищенню результативності учнів школи в олімпіадах та різноманітних конкурсах і турнірах.

Практика показує, що STEM-освіта формує особливий стиль мислення. Дитина стає послідовнішою, а водночас не боїться перебирати альтернативи. На заняттях учні самі шукають шляхи подолання проблеми — змінити конструкцію, переписати програму чи обрати інший підхід до проблеми. Така самостійність тренує вміння планувати роботу і розділяти задачі на частини. Отримані результати дослідів часто не співпадають, коли учні обрають різні підходи. Так дитина вчиться аналізувати інформацію й аргументовано захищати власну думку, адже у кожного є факти на основі своїх вимірювань.

**СШ №12 (учителі Колоусова Людмила Миколаївна, Василенко Володимир Олексійович, Мороз Оксана Олександрівна)** проводять інтегровані уроки, спрямовані на: встановлення міжпредметних зв’язків, що сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду; актуалізацію особистісного ставлення до питань, що розглядаються. Організовуються «тематичні дні», коли всі уроки за розкладом спрямовують на реалізацію єдиної теми, досягнення конкретного результату. В практичній діяльності доцільно розширюють діапазон організаційних форм, методів та способів навчання, як у процесі екскурсій, квестів, конкурсів, фестивалів, практикумів тощо; посилюють дослідно-проектну діяльність. Під час виконання освітніх проектів, де активізується дослідницька, творча, пошукова діяльність учнів, спрямована на отримання самостійних результатів під керівництвом учителя. Використовуючи елементи STEM-освіти, вчителі мають можливість демонструвати дітям можливість застосування науково-технічних знань в реальному житті. Це навчає розуміти складну термінологію, правильно вибрати майбутню професію, підготуватися до сприйняття життя.Під час впровадження STEM-освіти вчителі розвивають в учнів «мейкерські» здібності, які сприяють безперешкодному втіленню в життя ідей новітніх технологій. Навчання - від практики до теорії – робити своїми руками, бачити результати роботи, вдосконалювати свої ідеї, будь-які уміння і навички реалізує STEM-освіта.

Формування дослідницької компетентності у STEM-освіті потребує розвитку в учнів здатності до самостійних спостережень, дослідів, експериментів, що насамперед передбачає спроможність здійснювати аналіз, синтез, проводити виокремлення суттєвих ознак, робити порівняння, узагальнення та висновки.

Результатом роботи вчителів закладів освіти в цьому напрямку є те, що, **11 грудня 2019 року** за ініціативи міського методичного кабінету та міського методичного об’єднання вчителів фізики на базі Конотопської гімназії відбувся фестиваль-конкурс проєктів-досліджень з фізики «Методика динамічного моделювання як підґрунтя навчання на засадах STEM-освіти» Без пляшки не обійтись» серед учнів 10-х класів закладів освіти міста. У конкурсі брали участь майже всі заклади загальної середньої освіти, окрім ЗОШ №5.

Конотопською міською малою академією наук учнівської молоді, адміністрацією закладу освіти, координатором заходу Шерудило О.М. та вчителями фізики Конотопської гімназії була проведена відповідна робота щодо фестивалю-конкурсу проєктів-досліджень.Мета - систематизація та поглиблення знань учнів 10 класів з фізики, формування умінь застосовувати закони механіки, оптики, електрики при розв'язуванні задач, показавши важливість, актуальність проведення досліджень на уроках фізики з STEM-освіти; виховання наукового світогляду учнів з фізики, формування навички самостійної роботи з літературою, привчання учнів до виступів перед багаточисельною аудиторією; розвитку логічного, самостійного, творчого мислення учнів, уміння аналізувати, робити висновки, розвивати увагу, спостережливість, швидкість реакції, активність, винахідливість, кмітливість, доброзичливість, вміння бути відповідальним в команді.

Учні виборювали перемогу в чотирьох основних конкурсах: «Наука води», «Технології робота-мандрівника», «Техніка експерименту», «Математична фізика». А також в інтелектуальній грі під час розминки.

Учителі фізики доклали багато зусиль аби участь учнів у фестивалю-конкурсі була успішною. Журі конкурсу відмітило належний рівень підготовки учнів до участі в фестивалі-конкурсі проєктів-дослідження з фізики «Методика динамічного моделювання як підґрунтя навчання на засадах STEM-освіти». Учасники конкурсу продемонстрували свої грунтовні знання з фізики, математики, інформатики, мистецтва. Переможцем Конкурсу стала команда, яка набрала найбільшу кількість балів – СШ №12. Призерами Конкурсу стали команди, які за кількістю набраних балів посіли ІІ місце – Конотопська гімназія, ІІІ місце – СШ №2.

Усі інші команди-учасники відзначені в таких номінаціях:

* + - «Експериментатор» - ЗОШ №10;
    - «Стратег» - ЗОШ №7;
    - «Глядацькі симпатії» - ЗОШ №13;
    - «Науковий підхід» - СШ №9;
    - «Оригінальне рішення» - ЗОШ №14;
    - «Знавці фізики» - СШ №3;
    - «Командна робота» - ПЗОШ;
    - «Оратор» - ЗОШ №11.

**12.12.2019** з метою раннього виявлення і підтримки математично обдарованих учнів та підвищення інтересу школярів до поглибленого вивчення математики, активного залучення їх до інтелектуальних змагань на базі Конотопської гімназії відбувся міський математичний конкурс «Математичний пентагон на засадах STEAM-освіти».

Координатором дійства був учитель-методист Антоненко Наталя Валеріївна. Захід проведений на високому організаційно-методичному рівні із залученням учителів методичного об’єднання математики.

Конкурс проводився з метою популяризації та пропедевтики знань з математики серед учнів, формування в школярів вмінь і навичок практичного застосування математичних знань при складанні та розв’язуванні завдань прикладного характеру за наскрізними змістовними лініями.

Призерами конкурсу стали команди: СШ №12 посіла І місце, ЗОШ №14 та Конотопської гімназії - ІІ місце, ІІІ місце - СШ №3. Команди-учасники відзначені в таких номінаціях:

«Команда» - ПЗОШ;

«Розумники» - ЗОШ №7;

«Глядацькі симпатії» - ЗОШ №5;

«Креатив» - СШ №9;

«Користувач Desmos» - ЗОШ №11;

«Користувач Robocompass» - СШ №2;

«Арт-дизайн Kirigami» - ЗОШ №10;

«Хедмейд» - ЗОШ №13.

Метою впровадження STEM-освіти педагоги закладів освіти міста вбачають у розвитку творчих здібностей та покращення професійної майстерності учнів шляхом використання інноваційних технологій та новітніх методів навчання, що дає можливість не лише розвинути і дати поле для творчості та фантазії учнів, а й проявити своє особливе бачення на події та ситуації; розвинути неординарне мислення та проявити свої різносторонні здібності в умінні володіти професійними навичками.

Здійснення переходу до компетентнісної моделі навчання та впровадження нових методичних підходів у закладах освіти міста, перш за все, передбачає:

• запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентнісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу;

• запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study, інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик з розвитку критичного і системного мислення тощо;

• створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проектної діяльності та розробки стартапів.

Крім того, у своїй діяльності вчителі активно застосовуємо програмне забезпечення Microsoft, і зараз учні під наставництвом учителів вчаться створювати Sway-проекти, замість звичних презентацій, створених у програмі PowerPoint.

Упровадження STEM-освітніх ідей, новітніх методів навчання, використання інтерактивних технологій, розвиток творчих здібностей учнів – одне з вагомих завдань сучасної освіти, тому що нинішній ринок праці вимагає досконалого знання, вміння та здібностей до розвитку в різних сферах діяльності. Творчість учнів завжди відкриває щось нове та неординарне у звичних речах. Учням необхідно давати поле для творчості та розвитку, всіляко допомагати в цьому та розвивати їхній потенціал. STEM-крокує в ногу з часом та розвивається, відкриваючи нові можливості.

17 грудня 2019 року в місті Суми відбувся ІІІ Форум директорів закладів загальної середньої освіти Сумської області. У рамках форуму була організована виставка-презентація тренд інноваційної освіти «Шляхи впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти», активними учасниками якої стали педагоги Конотопської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №10. Учителі: Кондрушенко І.М., Гостєв О.С., Бойко І.М., Заїка О.С. – продемонстрували, як використовуються в освітньому процесі конструктор Lego (представлено дві моделі роботів), тринокулярний мікроскоп, цифрова лабораторія EinsteinLabMate, електронна метеостанція. Конотопська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №10 була визнана лідером у впровадженні сучасних технологій STEM-освіти й отримала Диплом Департаменту освіти і науки Сумської обласної державної адміністрації.

На сьогоднішній день STEM-освіта - великий крок вперед. Результативністю впровадження STEM-освіти можна вважати підвищення якості знань учнів, та заохочення учнів до зростання та використання своїх потенціалів.

Кабінети фізики на достатньому рівні забезпечені наочними посібниками, довідковою літературою, сучасними збірниками завдань для поурочного та позаурочного викладання предмету. Однак, недоліками є те, що наші заклади освіти не забезпечені сучасним STEM-обладнанням. Слід зазначити, що обладнання кабінетів дуже застаріле і потребує оновлення та доукомплектації. Недооцінюється роль обладнання для фізичних демонстрацій, лабораторних і практичних робіт, електронних засобів навчання у поліпшенні ефективності вивчення предмету.

Для повноцінної роботи необхідне застосування на уроках STEM-обладнання в кількості 4-6 екземплярів. Потрібні датчики: мікрофонний, акселерометр струму зовнішньої температури, освітленості, напруги, повітряного тиску та ін., а також демонстраційний амперметр, мензурки, динамометри, термометри, терези, лабораторні амперметри і вольтметри, лінзи, терези (механічні) як демонстраційні, так і лабораторні, дитячі мікрокомп’ютери BBC Micro:bit з системою датчиків (температури, вологості, вологості грунту, компас і т. д.) для проведення лабораторних робіт та експериментальних досліджень, цифрова мобільна природничо-наукова лабораторія з мультисенсорним реєстратором даних для фізичних експериментів з курсів фізики і природознавства.

**Завідувач Конотопського Людмила ЗЕЛЕНСЬКА**

**міського методичного кабінету**