



Сергій ВАКАРІН

НОВА УКРАЇНЬСЬКА ШКОЛА:
ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ
STREAM-ОСВІТИ
В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

ISBN 978-966-986-427-7
9 789669 864277 >

 **САМІТ-КНИГА**
із книгою — по життю!

Сергій Вакарін

**Нова українська школа:
Дидактичні основи STREAM-освіти
в початковій школі
Навчально-методичний посібник**

Київ
Видавництво «Саміт-книга»
2021

УДК 004(02.062)
В 14

Схвалено для використання в освітньому процесі (рішення експертної комісії з педогогіки та методики початкової освіти від 7 жовтня 2021 року (протокол №8)) №2.0359-2021 у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам.

Видано за рахунок державних коштів.

Продаж заборонено

Вакарін С. І.

В 14 Нова українська школа: Дидактичні основи STREAM-освіти в початковій школі : Навчально-методичний посіб. / Сергій Вакарін. — Київ : Саміт-книга, 2021. — 144 с.
ISBN 978-966-986-427-7

Автор описує інноваційну систему навчання STREAM для вчителів початкової школи. Від шкільної освіти передовим галузям економіки сьогодні потрібні випускники з гарною підготовкою з предметів природничо-математичного циклу. Тому виникають новаторські системи освіти – одна з них (STEM) стала особливо популярною. Але виникла необхідність у додаткових стимулах, а також у вмінні бачити картину в цілому, знаходити нестандартні рішення. Це покликана дати система STREAM. STREAM – це напрямок освіти, в якому природничі науки та технології інтерпретуються через інженерію, мистецтва, гуманітарні та соціальні науки із застосуванням математики, читання та письма.

УДК 004(02.062)

ISBN 978-966-986-427-7

© Вакарін С. І., 2021

© Видавництво «Саміт-книга», 2021

Зміст

<i>Вступ</i>	6
<i>Україна, Європа та весь світ потребують спеціалістів STEM-професій</i>	7
<i>Коротка історія STEM/STEAM/STREAM освіти</i>	11
<i>Інтерактивний науковий зошит</i>	17
<i>Уроки для позакласних занять (Група продовженого дня)</i>	27
• Початкова програма. Перший та другий класи	27
• Поглиблена програма. Третій та четвертий класи	30
• Програмування: починаємо з алгоритмів	38
• Наука як мозаїка. Практичні заняття	43
• Мозковий штурм	50
• Мистецтво задавати питання	51
• Пошук інформації в Інтернеті та інформаційна безпека	54
• Стань винахідником	65
<i>Порадник для вчителів STREAM</i>	77
• У суперечці народжується мозаїка. S+T+R+E+A+M — як зацікавити?	77
• Співпереживання як перший етап успішного проекту	85
• Програмування та робота з даними — з раннього віку	85
• З чого починати курс програмування	87

• Наступні кроки. Програмування роботів LEGO	89
• Вступ до природничих наук, математики та логіки. Розмова з дітьми на уроках природознавства, математики та мови.	90
• Логіка, аналіз та розуміння.	107
• Про літеру „А” у STREAM. Арт — мистецтво, архітектура та ін. — у поєднанні з природою	108
• Дистанційне навчання.	111
• Обговорення в групах	112
• Як переконати дитину вчитися. Вживання, менталітет та емоційний інтелект.	114
<i>Організаційні рекомендації</i>	<i>123</i>
• STREAM-лабораторії.	123
• Позашкільна освіта.	124
• Роль музеїв, бібліотек, ярмарків, батьків, спонсорських організацій.	126
• Дівчата та STREAM	127
• Навчання вчителів	129
<i>Подальші кроки.</i>	<i>131</i>
• Робототехніка та штучний інтелект	131
• Досвід гейміфікації освіти	134
• STREAM та патріотичне виховання.	135
<i>Література та корисні посилання</i>	<i>141</i>

Вступ

100 років тому в цій залі у Женеві після завершення Першої світової війни вперше в історії світові лідери спробували створити більш безпечний та процвітаючий світ.



Лише в період після Другої світової війни вдалося почати виконання цих цілей. Досягнення попередніх поколінь за цей період вражають, проте далеко не всі проблеми вдалося вирішити. А на сьогодні, на жаль, є багато нових загроз та проблем. Для їх подолання Організація об'єднаних націй визначила знамениті 17 Цілей сталого розвитку. Серед них важливе місце належить Цілі № 4: передбачається всеохоплююча та якісна освіта, освіта протягом життя. Проте якщо ми подивимось на багато інших цілей, то насправді їх досягнення також пов'язане з освітою. Взяти хоча б перші три цілі. Щоб подолати бідність, голод, підтримувати здоров'я, необхідні значні матеріальні та фінансові ресурси. Вони не з'являються самі по собі. Як їх отримати? Для цього необхідне виконання цілей, що знаходяться якраз

під першими чотирма у таблиці 17 Цілей. Далі подивимося на кожну з них. Джерелом бідності та голоду є перш за все нерівність всередині країн та між країнами, зокрема у доступі до ресурсів та освіти (№ 10). Це взаємопов'язані речі: для знаходження та розумного використання ресурсів часто необхідна саме освіта. Зокрема для використання відновлюваної енергії (№ 7) необхідні фізики, інженери та інші високоосвічені працівники. Хто може отримати достойні робочі місця та забезпечити економічне зростання (№ 8)? Знов-таки люди з доброю освітою. Ці ж люди необхідні у промисловості, вони будують та підтримують інфраструктуру, створюють інновації (№ 9).



Таким чином, ми розглянули лише 8 з 17 цілей, і всюди, як бачимо, їх досягнення зводиться значною мірою до питання освіти. Але з ним пов'язані й інші цілі: тільки освічені люди здатні забезпечити сталий розвиток своїх міст та спільнот (№ 11), відповідальне споживання (№ 12), мир і справедливість (№ 16), співпрацю (№ 17) та інші умови для досягнення Цілей ООН.

Україна, Європа та весь світ потребують спеціалістів STEM-професій

Але якої саме освіти вимагає наш час?

Сьогодні існує більше професій, ніж будь-коли в історії. Проте в період відносного процвітання економіки людина частіше може вибрати будь-яку професію на свій смак. Ми ж спостерігали після кризи 2008 року падіння економічної активності, зростання напруженості у світі, а починаючи з 2020 року на економіку також негативно впливає карантин. Компенсувати негативні явища допомагає впровадження нових технологій та інновацій, проте для цього необхідне зростання кількості спеціалістів, які можуть працювати з цими технологіями, створювати та втілювати інновації.

Попит на спеціалістів STEM-спеціальностей постійно зростає в Україні та за кордоном. Президент Володимир Зеленський, коментуючи євроінтеграційні прагнення України, неодноразово зазначав, що Україна може багато дати Європі у випадку вступу до ЄС. Особливо це стосується освіти — Європа не має достатньої кількості власних спеціалістів інженерно-технологічної сфери, й там охоче наймають українських спеціалістів. Тому наявність такого кадрового резерву в Україні — її конкурентна перевага, принаймні якщо ми втримаємо достатній рівень інженерно-технологічної освіти.

З іншого боку, постійно зменшується частка України на світовому ринку. Одна з небагатьох високотехнологічних галузей, що зростає, — це ІТ. Саме в цій сфері ми є конку-

рентними у світі. Але в світі зростають в цілому всі галузі, що пов'язані зі STEM-спеціальностями. І сама сфера ІТ не існує у вакуумі — для неї потрібні кадри, які добре володіють математикою та мають розвинуті навички мислення.

На жаль, і в цих напрямках ми можемо втратити наші передові позиції, якщо врахувати місце України в таких рейтингах як PISA та ситуацію зі складанням ЗНО з математики. Щоб не втратити напрями, які забезпечують нам місце в майбутньому глобальному розподілі праці, та розширити цю конкурентну перевагу, необхідні термінові й суттєві заходи з відродження та розвитку математики й природничих наук у школі. У світі ця проблема також актуальна. У США та інших країнах її зараз вирішують за допомогою STEM/STEAM/STREAM освіти.

Нещодавно автор створив підручник „STEAM-освіта майбутнього в Україні. Теорія та практика”, у якому запропонував концепцію STEAM-освіти, адаптовану для України.



У листі до автора Майкл Тойч, керівник Відділу з питань шкільної політики та багатомовності Генерального директорату з питань освіти, молоді, культури та спорту Європейської комісії, зазначив: „Оновлення Рекомендації Ради ЄС 2018 року щодо ключових компетенцій для

навчання протягом усього життя¹ містить детальний опис компетенції STEM та пропагує мультидисциплінарний підхід STEAM.” Проте „існує розрив між розумінням важливості цієї методології та її фактичним застосуванням у практиці по всій Європі”. Він побажав автору успіху у „зусиллях щодо вдосконалення STEM- та STEAM-освіти в Україні”.



Ці методичні рекомендації — продовження згаданої роботи з акцентом на її застосування у початковій школі з урахуванням особливостей навчання дітей відповідного віку.

Тема, яку ми розглянемо в цих рекомендаціях, дуже нова, міждисциплінарна та поки не дуже чітко визначена. Фактично це відповідь педагогіки на виклики невизначеного світу, в якому ми опинилися. Тому це не звичайні методичні реко-

¹ https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/council-recommendation-on-key-competences-for-lifelong-learning_en

мендації, до яких ви звикли. На багато питань поки немає однозначної відповіді, а в деяких випадках правильних чи неправильних відповідей немає за визначенням.

Проте щоб пришвидшити успішне впровадження STEM/STEAM/STREAM освіти з раннього віку, необхідно врахувати досвід західних країн, де народився цей підхід. Неможливо відразу вичерпно охопити в одному посібнику весь перелік відповідних тем, проте в цих рекомендаціях принаймні окреслюються напрями його подальшого розвитку. Це передумови успішного впровадження, оснований на особистих розробках автора, отриманих ним рекомендацій від провідних експертів з освіти Європейської комісії, ЮНЕСКО, Міністерства освіти та науки України, вивченні робіт українських та зарубіжних авторів — головним чином вчителів (джерела див. у згаданій роботі „STEAM-освіта майбутнього в Україні”) та багаторічному досвіді їх впровадження, зокрема в початковій школі.

Коротка історія STEM/STEAM/STREAM освіти

Наприкінці минулого століття у США з'явилася ідея, як підвищити інтерес дітей до природничо-математичних дисциплін. Були запроваджені змішані програми наукової, технологічної, інженерної та математичної спрямованості з акцентом на проектне навчання — все це є зараз загальноновідомим як STEM-освіта.

STEM — інноваційний напрям освіти, який дозволяє учням навчитись працювати більш автономно, бути самостійними та відповідальними у навчанні та прийнятті рішень.

КОНЦЕПЦІЯ розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р, передбачає розвиток STEM-освіти в Україні (в тому числі на початковому рівні), а відповідні методики мають враховувати завдання, сформульовані в Концепції. Вже з'явилися певні методичні напрацювання в цій області, проте вони вирішують лише окремі пункти завдань Концепції. В цьому виданні ми даємо більш узагальнений підхід до впровадження STEM-освіти на початковому рівні та особливо зосередимося на тих завданнях, вирішення яких поки не запропоновано в існуючих публікаціях.

Ось що каже Концепція про розвиток природничо-математичної освіти (STEM-освіти) на початковому рівні, включаючи початкову, а також позашкільну освіту: „Основне завдання — стимулювання допитливості та підтримка

інтересу до навчання й пошуку знань, мотивація до самостійних досліджень, створення простих приладів, конструкцій, науково-технічна творчість”. „Природничо-математична освіта (STEM-освіта) в Україні може реалізуватися через усі види освіти, а саме: формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах), у STEM-центрах/лабораторях (у тому числі віртуальних), шляхом проведення екскурсій, квестів, турнірів, конкурсів, олімпіад, фестивалів, практикумів, хакатонів”.

Концепція передбачає зокрема „упровадження в освітній процес проектної діяльності, цифрових технологій, проблемного навчання (створення проблемних ситуацій, в яких здобувачі освіти самостійно шукають відповіді на питання)”.

Багато необхідних кроків у бік розвитку STEM вже зроблено — держава приймає відповідні закони, Міністерство освіти та науки розробляє концепції, впроваджує STEM-лабораторії, є низка шкіл, які мають успіхи в реалізації STEM.

Значна кількість корисних матеріалів щодо STEM-освіти міститься на сайті Інституту модернізації змісту освіти. Інститут приділяє багато уваги STEM-освіті, зокрема впровадженню відповідних методик у закладах освіти.

Проте як і на Заході, всього цього виявляється замало для якнайширшого охоплення учнів цією освітою, отримання такого рівня знань та навичок у STEM-предметах, якого вимагає ринок праці, що швидко змінюється саме в бік технологізації.

Як у США, так і в інших країнах виявилось, що кількість учнів та студентів, зацікавлених у STEM, все ще залишається недостатньою. А випускники цих програм необов'язково вирішують робити кар'єру у STEM-професіях, а дефіцит STEM-вчителів з широкими сучасними знаннями збільшується з року в рік, і це не є позитивним з точки зору конкурентоздатності у світовій економіці.

При цьому в майбутньому від більшості людей вимагатимуться критичне мислення, технологічна грамотність, розуміння, як працюють складні системи. Для вирішення складних задач «погуглити» буде недостатньо, оскільки треба зрозуміти хоча б суть задачі. І для цього в людини має бути достатньо знань, щоб «погуглити» у себе в голові, а не просто в грандіозному сміттєзвалищі інформації, що є в Інтернеті.

Як же зробити, щоб нові покоління продовжували робити внесок у розвиток суспільства та економіки? Аналізуючи необхідні навички для майбутнього, на Всесвітньому Економічному Форумі у Давосі звернули увагу світу на раніше невідому тенденцію. З'ясувалося, що хоча дійсно зростатиме потреба у технологічних та вищих когнітивних навичках (до 2030 — у півтора раза), але є ще одна важлива група навичок, попит на які суттєво зростатиме (приблизно на чверть як у США, так і в Європі), — це соціальні та емоційні навички.

З цього стає зрозумілим, що від людини майбутнього вимагається не просто креативність, а й «прив'язаність» до своєї діяльності/проекту та інших людей (співвиконавців проекту, клієнтів та ін.), здатність до **співчуття**

(а це ключ до розуміння), особистісний підхід з урахуванням особливостей кожної людини (віку, інтересів, навичок та ін.), так званий емоційний інтелект.

З іншого боку, вже давно постає питання, як можна збільшити зацікавленість учнів до предметів STEM та покращити їх успіхи у вивченні предметів природничо-математичного циклу. Цього можна досягти, якщо зробити більший акцент на творчості учнів, надаючи їм необхідні навички, пов'язані з дизайн-мисленням, інноваційними підходами, критичним мисленням та вирішенням нестандартних задач нестандартними способами.

У цьому контексті й знадобилася нова концепція освіти. Запропонованим рецептом став STEAM, який спочатку виник як розширення STEM-освіти. А потім з'явилися також інші підходи до STEM-освіти, і на початковому рівні найбільш придатним нині вважається STREAM.

Найбільшого поширення STREAM поки набув у поза-шкільній освіті — яскравим прикладом є гуртки робототехніки. Але зараз відбувається впровадження STREAM і в основну шкільну програму.

Для ознайомлення з більш детальною історією та сучасним розвитком STEM/STEAM/STREAM освіти див. згадану книгу автора „STEAM-освіта майбутнього в Україні”.

Що ж таке STREAM?

Спочатку згадаємо класичне *визначення STEAM*, яке дала Ж. Якман. Автор запропонував у книзі „STEAM-освіта в Україні” такий переклад цього визначення:

STEAM — наука та технології, що інтерпретуються через інженерію, мистецтва, гуманітарні та соціальні науки із застосуванням математики. (Слово „наука” у вузькому розумінні на Заході часто вживається як синонім терміна „природничі науки”. А слово „мистецтва” має ширше значення, ніж у нас, — там це не тільки те, чим займаються митці, але про це далі.)

В Україні STEAM вже починають впроваджувати — і в початковій школі (перші кроки в дослідницькій діяльності, знайомство зі STEAM), і в середній та старшій (міжпредметні програми та профорієнтація для STEAM-предметів). Отже, серед задач початкової освіти — підготувати дітей до дослідницької діяльності та подальшого STEAM-навчання.

У педагогічній літературі зараз часто зустрічається таке трактування аббревіатури STREAM: до STEAM додається літера R, що означає Reading (інколи додають також wRiting) — тобто читання та письмо. (Але інколи зустрічаються й інші трактування, зокрема робиться акцент на робототехніці як один з ключових елементів майбутнього суспільства — ми ще звернемося до цього нижче.)

Тому можна дати таке **визначення** STREAM, яке буде придатним саме для початкової освіти:

STREAM — це напрям освіти, у якому природничі науки та технології інтерпретуються через інженерію, мистецтва, гуманітарні та соціальні науки із застосуванням математики, читання та письма.

На STREAM-уроках діти вирішують задачі з життя, перевіряють власні ідеї та отримують впевненість у своїх силах, при цьому засвоюючи матеріал зі шкільної програми.

В контексті європейської інтеграції та наближення освіти до європейських стандартів варто додати, що зараз ми фактично повертаємось до ідеалів Відродження, коли такі винахідники та мислителі, як Леонардо, були одночасно великими митцями. Проблема в тому, що підручники мали б створюватись людьми з такою ж широкою сферою інтересів та знань. А їх практично немає — якщо навіть людина організує собі «навчання протягом життя», воно все ж в основному стосується досить вузького напрямку. Тому треба наводити багато прикладів, щоб читач мав хоч якийсь мінімум широкої сучасної інформації, від якої можна відштовхуватись, щоб будувати свої навчальні плани та програми.

Інтерактивний науковий зошит

У традиційній освіті багато уваги приділяється питанням «Чому так відбувається?», але учням необхідно навчитись також відповідати на питання «Що можна зробити для задоволення певної потреби людини?»

При такому підході зростає відповідальність як учнів, так і вчителів. Однак якщо учня під час дослідження природи постійно «вести за руку» та вказувати на кожну помилку, ефективність навчання стає низькою. Більш за це, додаю з власного досвіду, що для традиційної перевірки подібних робіт, де учні можуть потенційно використати будь-які джерела, вчителям доведеться бути в курсі усіх сучасних досліджень. Насправді для цього немає потреби, оскільки в практиці вже існують методи підвищення самоконтролю учнів — наприклад, інтерактивні зошити, з яких учителі зможуть побачити «сирий», «необроблений» стан думок учнів, що дозволяє оцінити розуміння ними теми.

Інтерактивний науковий зошит Критерії оцінки та розрахунок балів

	Виконано (5 балів)	Адекватно (4 бали)	У розвитку (3 бали)	Обмежено (2 бали)
Концептуальне розуміння	Робота демонструє володіння основними поняттями та ідеями. Існують певні взаємозв'язки з раніше вивченим матеріалом.	Робота свідчить про розуміння основних ідей, хоча деяка інформація може бути відсутня або неточна.	Робота демонструє часткове розуміння, але також має суттєві неточності або упущення.	Надана інформація є неповною та/або недостовірною.

Продовження таблиці

Наукове мислення	Точні дані та/або спостереження використовуються для підтвердження висновків та пояснень.	Висновки є резонними, хоча вони можуть бути неповними або містити неточності.	Поставлено мало запитань, у висновках спостерігається мало зв'язку з даними та/або спостереженнями.	У роботі відсутні зв'язки між даними/спостереженнями та висновками. Думки виглядають випадковими та непов'язаними.
Наукове письмо	Ідеї повністю описані з використанням відповідних точних даних, доказів та деталей. Логічна організація тексту. Вибір слів показує точне використання тематичної лексики. Тон впевнений.	Ідеї чітко сформульовані, включено дані/докази та достатньо деталей. Організація переважно логічна. Є багато тематичної лексики, яка точно використовується. Тон досить впевнений.	Ідеї неповні, мінімальна деталізація. Організація слабка або суперечлива. Використано мало відповідної лексики, іноді точно. Тон досить впевнений.	Ідеї незрозумілі, інформація відсутня або недоречна. Організація випадкова або відсутня. Не використана відповідна лексика. Тон не демонструє впевненості.
УСЬОГО				

Приклад критеріїв оцінки для четвертого класу (спрощених порівняно з варіантом для старших класів) та розрахунку балів. У випадку початкової школи це критерії

для інформації вчителів (не включаються до зошиту), які на запит надаються учням та батькам. Рекомендується з обережністю використовувати ці оцінки, повідомляючи учнів про їх успіхи усно та виставляти оцінки згідно з рекомендаціями для НУШ. Не використовувати негативну лексику при оцінюванні, замінюючи її позитивною (наприклад: „Добре, але я знаю, що ти можеш ще краще.” або „Я вже помічаю багато корисної роботи. Ти докладаєш зусиль, це добре. Зосередься та добре підготуйся наступного разу, і в тебе все вийде”).

Відкриваючи запропонований зошит (пропонується обсяг 100 сторінок), учні (та вчителі) бачать список критеріїв оцінки та як призначаються бали за кожний критерій (внутрішня сторона передньої обкладинки) та зміст зошиту (титульна сторінка) — він заповнюється індивідуально.

Ось приклад початку змісту — це теми, які розглядав учень або учениця.

Зміст

Сторінка	Тема
1	Мій найбільший страх
2	Сортування карток
3	В чому суть науки?
4	Звіт про лабораторну роботу № 1
5	Які питання треба поставити
6	Навчання з фізики
7	Звіт про лабораторну роботу № 2
8	Наука про життя (біологія)

Продовження таблиці

9	Звіт про лабораторну роботу № 3
10	Аналіз даних
11	Земля та космос
12	Земля та космос/наукова лабораторія
15	Модель навчання
16	Наукові діаграми
17	Діаграми, що відповідають на питання «Скільки окремих одиниць/предметів»

Кожна тема, як правило, має наступний вигляд: **ліва сторінка** — це новий матеріал (тема) та план його індивідуального дослідження з різних боків:

- Малюнок, фотографія або ілюстрація нового поняття чи ідеї.
- Особисті роздуми про отриману інформацію.
- Прогнози. Суперечності.
- Метафори, аналогії, вірші, пісні або мультфільми, які представляють нову інформацію.
- Зв'язки між інформацією та життям учня.
- Підсумок вправи.

Наприклад, вивчаючи науки про Землю та Космос, учениця конспектує: «Вивчаємо Землю та Сонячну систему. Що нам відомо? Чи ми робили це раніше?»

Місце Землі у Всесвіті.

Питання для дослідження: В які пори року день довший, а повітря тепліше?

11

Earth & Space Science Instructional sequence: earth + solar system

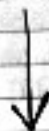
Cognitive

-do they know this



Process Skill

-have they ever done this before



Earth & Space Science Instructional Sequence: Earth + Solar System

NGSS Performance Expectation (PE):

1-ESS1-2 Earth's Place in the Universe

Students who demonstrate understanding can:

Make observations at different times of year to relate the amount of daylight + relative temp. to the time of year (Clarification System: emphasis is on relative comparisons of the amount of daylight and temperature in the winter to the amount in the spring, fall, or summer)

(Assessment Boundary: Assessment is limited to relative amounts of daylight, not quantifying the hours or time of daylight)

• Science + Engineering Practice (SEP): Planning and Carrying Out Investigations: Make observations (first hand or from media) to collect data that can be used to make comparisons (1-ESS1-2)

• Disciplinary Core Idea (DCI): ESS1.B: Earth + the Solar System: Seasonal patterns of sunrise + sunset can be observed, described, and predicted (1-ESS1-2)

• Crosscutting Concept (CCC): Patterns: Patterns in the natural world can be observed, used to describe phenomena, and used as evidence. (1-ESS1-2)

• Investigate Question: How does daylight and temperature change throughout the seasons?

Дізнайтеся у батьків або з інших джерел.

»

А ось **права сторінка** — це запис обговорення матеріалу в класі, спосіб дослідження та спільно отримані дані про матеріал, ідеї, які виникли з обговорення та графічна ілюстрація тільки що пройденого матеріалу.

Нотатки, зроблені під час обговорення в класі, лекції або дослідження.

Процедура або матеріали для дослідження.

Дані, зібрані під час спільної роботи.

Ідеї, які виникли на основі вправи.

Схеми, моделі або будь-яка ілюстрація, що відображає розуміння учнем явища на цьому етапі навчального процесу.

Все це має дати вчителю додаткову інформацію про те, як учень зрозумів матеріал (тему).

У такому зошиті відображаються всі відкриття, прозріння та невдачі учня. Наприклад, наведені учнем відповіді на запитання про сезонні зміни (щодо того, збільшується чи зменшується тривалість дня та температура в кожному пору року) в цілому правильні, але графічна ілюстрація демонструє нерозуміння справжніх причин змін тривалості дня та температури — учню здавалося, що влітку орбіта Землі наближається до Сонця.

Використання таких зошитів дозволить побудувати індивідуальну траєкторію розвитку кожного учня/учениці

й таким чином заохотити заняття природничо-математичною діяльністю, розкриє креативність та вміння проводити наукові дослідження.

Такі зошити можуть суттєво допомогти у розвитку наукового мислення. Можна ставити багато експериментів у лабораторіях, але не менш важливо осмислити їх. Більш за це, не всюди однаково успішно впроваджується STEM — як не кожна дитина буде серед переможців олімпіад, так само не кожна дитина має доступ до індивідуального робота, щоб його програмувати та розраховувати траєкторії руху та ін.

Для широкого кола шкіл може допомогти саме STEAM та STREAM-освіта з використанням описаних інтерактивних зошитів. В нашому випадку слід зробити акцент на математичних розрахунках, стежачи за тим, щоб у максимальній кількості проектів дитина проводила розрахунки.

У цьому зошиті учням варто також попрактикуватись у виконанні проектів з винаходами та інших методів, згаданих у цій методичці, — таким чином зошит може стати основою для їх власної траєкторії навчання.

Діти можуть, крім малюнків, використовувати фотографії як ілюстрацію твердження, що картинка варта тисячі слів.

Діти мають навчитися самі заповнювати зошит. На кожному уроці вчитель інструктує дітей:

„Коли ви будете слухати та виконувати завдання, робіть записи в інтерактивному зошиті.

Для чого ліва сторона?

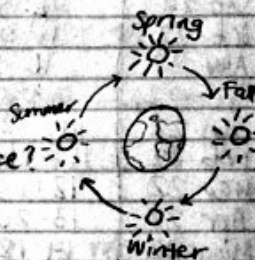
1) Engage

- The length of the day when the sun is above the horizon in winter decrease/increase? decreases the most

- Spring decrease or increase? increases

- Summer decrease or increase? increases

- Fall decrease or increase? decreases

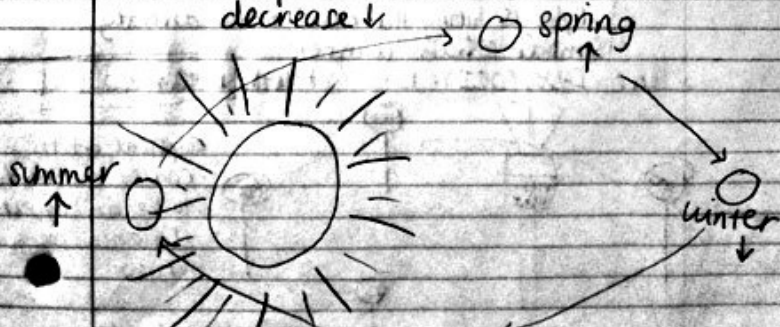


- Winter temperature decrease or increase? decrease ↓

- Spring temp. decrease or increase? increase ↑

- Summer temp. decrease or increase? increase ↑

- Fall temp. decrease or increase? decrease ↓



- Ви можете зробити малюнок, фотографію або ілюстрацію нового поняття чи ідеї.
- Додати, які думки у вас виникають про отриману інформацію.
- Чи бачите ви якісь суперечності? Чи можете ви щось сказати про майбутні результати?
- Чи можна описати цю інформацію красивою фразою? Або, можливо, вона нагадує вам щось? Або є вірші, пісні чи мультфільми на цю тему?
- Що спільного між цією інформацією та вашим життям?
- Які можна зробити підсумки?

Наприклад, можете запитати себе: „Що нам відомо? Чи ми робили це раніше?”

„Де та коли це відбувається?” „З чим це пов'язано?”

А для чого нам **права сторінка?**

Запишіть, що ми обговорювали в класі, що дізнались про нашу тему та як її вивчали, які ідеї виникли після обговорення? Як пройдений матеріал можна зобразити картинкою?

Робіть нотатки під час обговорення в класі або дослідження.

Опишіть, як робиться дослідження, які матеріали використовуються.

Які дані ви зібрали разом?

Які ідеї у вас виникли?”

Перевіряючи зошит, вчитель має слідкувати за правильним розміщенням відповідної інформації та пояснювати дітям, якщо вони розмістили її не на тій стороні зошита.

Замість післямови до цього розділу процитую великого Песталоцці.

Дивитись хоче око, вухо – чути,
Нога бажає йти, рука – вхопити.
Але ж і розум хоче суть збагнути,
А серцю треба вірити й любити.

І.Г. Песталоцці
(переклад С.Вакарін)

Цит. за: Johann Heinrich Pestalozzi. Letters on Early Education: Addressed to J. P. Greaves, Esq. — London, Sherwood, Gilbert and Piper, 1827.

Уроки для позакласних занять (група продовженого дня)

Початкова програма. Перший та другий класи

У перші роки початкової школи рекомендується провести кілька вступних уроків, щоб діти поступово звикали до проектної роботи з використанням знань з багатьох предметів. Потім у 3–4 класах пропонується поглиблена програма уроків.

Вступний урок. 1 клас. «Місток» від дошкільної освіти

Коментар для вчителя

Сучасних дітей буває складно переконати вчитися. Тому варто використовувати зв'язок з тим, що їм знайоме; тим, що їм подобається; тим, що може їх зацікавити. Ми будемо розбирати ці напрями нижче, а тут зупинимось на прикладі Лего.

Лего знайоме та подобається багатьом дітям. Набір Лего можна використовувати, щоб конструювати будь-які об'єкти — героїв казок, „розумні” будинки. Автор пропонував прочитати вголос тему уроку „Якщо дуже захотіти, можна в космос полетіти!”, уривок з книги „Робототехніка та штучний інтелект” та давав учням завдання сконструювати моделі космічного корабля та космопорту.



За допомогою Лего можна проілюструвати арифметичні дії, відносини «більше-менше». Наприклад, діти діляться на групи по 4–5 учнів. Кожна група отримує приблизно однакову кількість деталей різного розміру з конструкторів Лего. Потім дітям кожної групи дається завдання: поррахувати, скільки деталей отримала група. Кожна група має вибрати: хто буде рахувати, хто перевіряти розрахунок, хто відповідатиме усно, а хто записуватиме на дошці. Або дітей на ці ролі вибере вчитель. У кожній групі перший учень швидко рахує деталі. Потім другий перевіряє відповідь (теж швидко рахує деталі). Якщо відповіді різні, тоді третій учень повільно рахує знову та каже четвертому свій результат, якщо ж відповіді однакові (наприклад, 10 деталей), третій просто каже четвертому: «в нас 10». Якщо в групі 5 учнів, то четвертий відповідатиме з місця, а п'ятий піде до дошки записати відповідь і номер своєї групи. Якщо в групі 4 учні, тоді третій учасник буде також іти до дошки. Коли кожна група відповість і всі числа будуть записані на дошці, вчитель запитує: „У якої групи вийшло більше всіх?” (Припустимо, це третя група.) „А скільки деталей потрібно додати, наприклад, щоб у першої групи було стільки ж, скільки у третій? Не знаєте? Потрібно поррахувати, наскільки у третьої групи більше, ніж у першої. Як нам про це дізнатися? Віднімемо від кількості деталей третьої групи кількість першої групи. Ось скільки потрібно додати деталей першій групі, щоб було як у третій!” І так далі. Потім учитель задає питання: поррахуйте в своїх групах, скільки у вас «одиночок» (найменших елементів). Коли кожна група відповість, ці числа також записуються на дошці, і вчитель запитує: у якої групи найбільше «одиночок»? А тепер кожна група має побудувати зі своїх «одиночок» змійку. Добре закри-

пили „одинички” між собою? На що ще схожа ця змійка?” (Чекає відповіді.) „На вежу. Якщо поставити вертикально. Тепер нехай один учень або учениця з кожної групи акуратно принесе свою змійку до мене на стіл. Давайте подивимося, у якої групи вийшла найдовша змійка? (Якщо відповідь не співпала з відповіддю попереднього завдання, потрібно перевірити число «одиничок» у кожній змійці та подивитися, які групи неправильно порахували свої «одинички». Оголосити класу: «А тепер давайте виправимо наші відповіді на дошці».)

Заняття розраховане на 1 урок.

Так Лего використовується для закріплення навичок додавання та віднімання. За винятком завдання з вежею, можна використовувати будь-який інший конструктор, у якому досить деталей (наприклад, приблизно по 20 деталей на кожную групу). Особливо може допомогти досвід дітей, які вже грали в подібні ігри до школи. Але потрібно бути готовим і до ситуації, коли доведеться пояснювати все з нуля.

Вступний урок. 2 клас

Коментар для вчителя

З ігор на уроках особливо рекомендуються кубик Рубіка, шахи, шашки. Вони розвивають моторику та покращують нейронні зв'язки. Варто використовувати кубик Рубіка як ілюстрацію для математичних задач. Ось приклад.

Учитель задає таку задачу: „Треба розрахувати обсяг фарби для кімнати з однаковими квадратними стінами. Кожна стіна має сторону 3 метри. На один квадратний метр іде літр фарби.

І ось як один учень порахував цей обсяг: у кімнаті 4 стіни, на одну стіну треба 3 літри, всього — 12 л. Чи вистачить йому фарби?”

Ще один приклад — магічний квадрат. У квадрат 3х3 вписати цифри від 1 до 9. Сума цифр по вертикалі, горизонталі та діагоналі має дорівнювати 15.

Поглиблена програма. Третій та четвертий класи

Вступний урок. 3-й клас

Коментар для вчителя

Знайомство з текстами, у яких містяться потрібні факти та міркування, допомагає зрозуміти, як засоби побудови тексту дозволяють довести думку до форми, яку зможуть легко сприйняти інші.

Крім того, діти в цьому віці зазвичай дуже емоційні, тому важливо, особливо в перших класах, враховувати, що дитина хоче з радістю сприймати світ, і треба допомогти їй бачити його яскравість, дивуватись його різноманітності. З цього починається зацікавленість різними предметами та процесами, бажання пізнати світ більш глибоко та вдосконалити його. Образ предмету, який створюється за допомогою тексту, картини, танцю, музики стає яскравим та краще засвоюється через поєднання думок та емоційного ставлення. Зокрема, коли знання зустрічаються в художньому тексті — це додає емоційне забарвлення, що допомагає краще зрозуміти не тільки суть явища, а й те, які почуття воно викликає. А також це можливість для розвитку критичного мислення.

А художні тексти допомагають уявити числа та відношення між ними.

Наприклад, проводимо урок наступного змісту.

Вчитель: „Діти, прочитайте загадку:

Котиться клубочок
зовсім без ниточок.
Замість ниточок –
Триста голочок.
Про що ця загадка?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Ви легко здогадались, що цей клубочок — їжачок. Але далі запитуємо: а чи дійсно в їжачка 300 голочок? Насправді, в нього кілька тисяч голок. А на що це схоже у нас?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Правильно, на волосся. А чи в нас на голові стільки ж волосочків, скільки в їжачка голочок? Ні, значно більше. В п'ятнадцять, а може в двадцять разів більше, ніж голок у їжака. Тому що його голочки досить товсті.”

Вчитель запитує:

„А чи зможете ви порахувати, скільки це буде?”

Вчитель записує на дошці:

„6000 голок помножити на 15

6000 голок помножити на 20”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Ось правильні відповіді: 90 тисяч та 120 тисяч. Насправді, на голові може бути й більше. А тепер розкажіть, що ви знаєте про їжаків?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Як ви думаєте, чи їжаки їдять яблука?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Насправді їжаки очищують яблуками свої голочки.

Їжаки дуже корисні тварини. Вони знищують комах-шкідників.”

Вступний урок. 4 клас

Коментар для вчителя

4 клас — час підбиття підсумків вивченого за попередні три роки. Потрібен певний рівень абстрактного узагальнення. Теми та задачі для 4 класу можуть виявитись важчими для деяких учнів, тому інколи доводиться розтягнути одну тему/задачу на два уроки.

Під час гри у шахи з четвертим класом автор задавав учням задачу. Винахідник шахів запропонував гру індійському царю, якому вона дуже сподобалася, і він сказав: „Можеш просити будь-яку винагороду”. А винахідник відповів: „Хочу трохи пшениці. На першу клітинку дошки щоб мені поклали одне зернятко, на другу — два, на третю — чотири, на четверту — вісім і так далі.” Цар розгнівався: „Ти міг попросити золото, палаци, а попросив

якусь пшеницю. Я думав, ти розумний. Іди з очей моїх, тобі винесуть мішок.” І далі автор запитував дітей: „Чи легко було царю розрахуватися з винахідником?” Мало хто здогадувався про складність, поки ми не починали рахувати, і виходило, що на 11-й клітині буде більше ніж тисяча, на 21-й — більше ніж мільйон зерен, а далі підуть мільярди, трильйони, навіть квадрильйони. І математики сказали царю: „На всій Землі немає стільки пшениці!”

А шашки ми робили також з деталей Лего та грали в них, як у звичайні шашки. Тут поєднується розвиток конструкторських (інженерних) навичок з інтелектуальною грою.

Равлик

Вчитель: „Прочитайте прислів'я: „Поспішай повільно”. Подумайте над його смислом.

Прочитайте загадку: „Все моє ношу з собою”. Про кого може бути ця загадка? Підказка: в кого дім завжди з собою? Хто його завжди бере з собою всюди?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Правильно, равлик!

Намалюйте равлика. А тепер подивіться на цю картинку. Знаєте, скільки років цьому равлику? 500 мільйонів років! Він жив ще до динозаврів!

А тепер задача. За день піднімається, за ніч опускається.

Знаєте, що люди інколи теж переносять свої будинки? Це можуть бути будинки на колесах — трейлери, можуть бути будинки на воді — баржі.

А чи можна побудувати будинок як конструктор? Можна — такі набори продає, наприклад, компанія ІКЕА.”

Четвертий клас. Вивчення фізичних сил та принципу важеля

Коментар для вчителя

Варто подумати — які «потрібні» книги сучасні діти стануть читати. Любов до читання краще розвинути в них ще до школи, але й у початкових класах це ще можна зробити. Особливо необхідні книги навколо технологій, але для STEAM/STREAM уроків можна використовувати й художню **літературу**. Одразу наведемо приклад.

Казки — такі як «Троє поросят» — може бути основою для програми уроків про розумний дім. Завдання може бути наступне: як звірята могли б використати знання з різних предметів, щоб побудувати гарну хату, що витримає атаки ворогів.

STREAM	Предмет	Знання, уміння, навички
S	Природознавство/ Фізика	Знайомство з силами, що діють у природі (дія та протидія).
T	Технологія (механіка — базові принципи)	Принцип роботи важеля
R	Українська мова	Читання уривку з казки „Троє поросят”. Ведення інтерактивного зошита. Формулювання власних висловлювань

Продовження таблиці

Е	Технологія (конструювання)	Створення конструкцій на основі принципу роботи важеля
А	Мистецтво	Малювання. Ілюстрація принципу роботи важеля
М	Математика	Порівняння величин

Обладнання та матеріали в кожного учня: пенал, підручник, олівець.

Казка С. Міхалкова „Троє поросят” у перекладі Н. Забіли (у вчителя, а також — бажано — у учнів; у разі відсутності книги в учнів вчитель зачитує наведений нижче текст)

Вчитель: „Діти, згадайте казку „Троє поросят” та прочитайте наступний уривок: „Коли поросятка відчинили двері, вони побачили не овечку, а все того ж зубатого вовка. Брати захоплювали двері та щосили налягли на них, щоб страшний звір не міг до них вдертися.” Чи можуть поросята втримати двері, якщо їх штовхає всередину вовк?” (Послухати відповіді.)

Вчитель, напевно, знає, які учні в класі фізично сильніші за інших. Якщо ж не знає — може запитати: „Які учні у вашому класі найсильніші”? Інші ж можуть їх боятися. Наступна вправа може дати їм шанс упевнитися у власних силах. Можна вибрати когось із дівчат, або з фізично слабших хлопчиків.

Вчитель: „Діти, хто з хлопчиків, вважає себе дуже сильним? Добре, Миколо, підійди до дверей. А тепер хтось із дівчат. Окей, Тетяно, підходь до нас. Як ви думаєте, чи можуть ваші сили бути рівними? А ось давайте спробуємо

перевірити. Миколо, ставай сюди та доторкнись долонею до дверей ось тут. Тримай так руку, але поки не натискай.” Вчитель показує місце на рівні підборіддя Миколи (припустимо, що хлопчика звать так) ближче до петель. „Тетяно, а ти ставай з іншого боку та доторкнись долонею тут”. Вчитель показує місце над ручкою. „На рахунок «3» починаємо натискати. Чи важко зараз Миколі штовхати двері? Важко. Можливо, навіть Тетяна його перемогла! Чому? Як вам здається? Що ви помітили? Давайте тепер я стану замість Миколи. Що ви помічаєте? Мені теж важко! Чому ж Тетяна така сильна в нас сьогодні? Як ви думаєте?”

Буває, що хтось помічає, що натискають у місцях з різним розташуванням стосовно петель, але буває, що самому вчителю доводиться пояснити дітям, що відбувається.

„Отже, Тетяна штовхала двері з краю. А ми з Миколою натискали на точку в середині. І в нас спрацювало правило важеля. Що це таке? Давайте покажемо простий приклад.

Як ви думаєте, чи можна підняти одним мізинцем ваш пенал? Або навіть підручник?”

Дає пару хвилин подумати, поекспериментувати, потім слухає відповіді. „Добре. Ви вже бачили, що в нас відбуваються незвичні речі. Отже, хай на вашому столі лежить олівець, а зверху — лінійка, ось так.” Вчитель кладе лінійку на олівець так, щоб її середина торкалася олівця. „На що схожа ця конструкція? Так, вона схожа на гойдалки з дитячого майданчика.

Тепер на один край лінійки кладіть свій пенал або підручник. А на другий край натискайте мізинцем. Бачите? Ви змогли легко підняти мізинцем досить велику річ!”

Що відбувається? Ви побудували конструкцію, яка дозволяє вам підняти великі, важкі предмети. Як працює такий важіль? На один край діє сила навантаження від вантажу, який там лежить. А на інший край ви натискаєте мізинцем — тобто дієте своєю силою. Якщо вона більша, ніж сила навантаження — вантаж піднімається. Олівець став точкою опори для важеля. А від цієї точки лінійка ділиться на ліве та праве плече важеля.

Тож як мають поросята з нашої казки тримати двері з урахуванням даної сили вовка, який штовхає двері? Наприклад, двері відчиняються всередину, а вовк удвічі сильніший за них. Він не буде штовхати посередині, він розумний. Він штовхає біля ручки. Тоді треба горизонтально прибити зсередини до дверей над ручкою дошку, вдвічі довшу, ніж ширина дверей. Якщо поросята натискатимуть на її край, їм вдасться втримати двері. А тепер спробуйте намалювати цей механізм.”



„Які нові слова ви запам'ятали? Пригадуємо разом:

Важель, плече, точка опори, сила, навантаження”.

Програмування: починаємо з алгоритмів

Передмова для вчителя

Зараз існує особлива потреба у програмістах та інших спеціалістах, які вміють програмувати. Тому для заохочення дітей до вивчення програмування пропонуються спеціальні уроки в початковій школі. Вони є підготовчими, їх необхідно пройти до вивчення мов програмування. Під час уроку вчитель розповідає, як складати алгоритм.

Час: Один урок

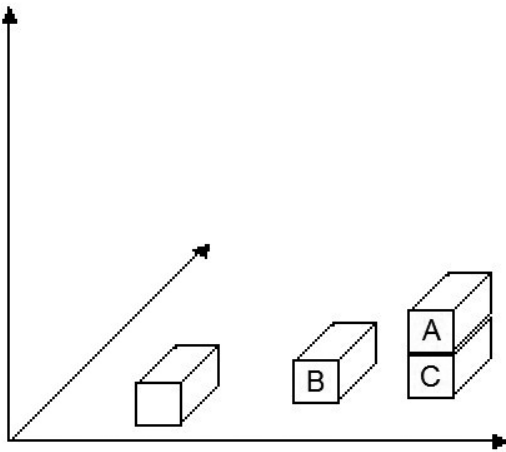
«Яку б мову програмування ви не використовували, спочатку необхідно скласти «план дій» — алгоритм, щоб чітко розуміти, що та як ви хочете зробити. Інакше, програмуючи, наприклад, автомобілі з автономним керуванням (без водія), ви можете не врахувати можливі небезпечні ситуації на дорозі, й це може призвести до аварії. На прикладі роботів покажемо, з чого починається розробка алгоритмів для складних систем до того, як їх перекладають на потрібну мову програмування.

Алгоритми

Нехай ваш робот — це «рука», що рухається над складом чи заводським цехом та пересуває контейнери або ящики. Це «гра в кубики», в яку можуть легко грати дуже маленькі діти навіть до того, як навчаться говорити. Але

наш робот не може похвалитися природним мозком — йому необхідна програма, яка буде диктувати «руці» кожну дію, щоб досягти мети.

Найпростіший випадок — робот рухається по прямій лінії, «рука» зависла над рядом контейнерів, де контейнер А зараз стоїть на контейнері С, а поруч стоїть контейнер В.



Нам треба поставити контейнер С прямо на контейнер В. Ми маємо завантажити в робота програму, яка це зробить. Можна просто написати йому таку команду:

Поставити-на В С

Але робот сам не зрозуміє, що таке «Поставити-на». Тому для цієї команди ми маємо задати окрему підпрограму, яка опише, як це зробити. Як би робили це ви?»

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Дитина, що грає в кубики, взяла б кубик С, потім подивилася б — чи можна зараз поставити його на В, побачила б кубик А, переставила його кудись вільною рукою, і потім поставила С на В. Але в робота лише одна рука. Робот має бути «розумнішим». Ми задамо йому інший порядок його дій. Можливо, в нас є система, де записані всі контейнери та місця (в математичному записі — точки), де вони знаходяться. Можливі точки, куди можна опускати «руку» та ставити контейнери, задаються окремо таким чином, щоб кожному контейнеру вистачило місця (щоб він не «налізав» на сусідні контейнери). Тоді алгоритм буде приблизно таким:

Перейти до точки, де зараз контейнер С

Виявити, чи є контейнери на контейнері С

Впізнати контейнер А

Взяти контейнер

Перейти до точки, де немає контейнерів

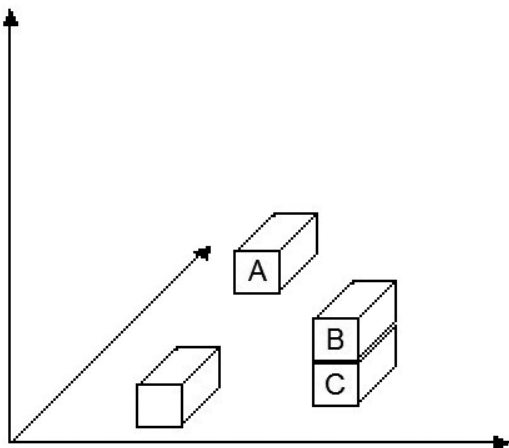
Відпустити контейнер

Перейти до точки, де зараз контейнер В

Взяти контейнер

Перейти до точки, де зараз контейнер С

Відпустити контейнер



Все ніби добре, але робототехнік усе ще хвилюється: а якщо на складі будуть люди, і хтось чомусь залізе на контейнер.

Тоді початковий огляд контейнера С повинен мати такий вигляд:

Виявити, чи є контейнери або люди на контейнері С

Якщо виявлена людина — включити сигнал попередження, який може відключити тільки людина

Після відключення сигналу продовжити

Впізнати контейнер А... (далі за попереднім алгоритмом)

Питання:

Решта нашого алгоритму залишилася незмінною:

Впізнати контейнер А

Взяти контейнер

Перейти до точки, де немає контейнерів

Відпустити контейнер

Перейти до точки, де зараз контейнер В

Взяти контейнер

Перейти до точки, де зараз контейнер С

Відпустити контейнер

Відомі випадки, коли люди навіть гинули від дій робота.

Чи зараз алгоритм виглядає безпечним?»

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„Небезпека полягає в тому, що коли «рука» взяла контейнер А, він стояв на контейнері В, висота якого — наприклад, 2 метри. Якщо у знайденій вільній точці «рука» його просто відпустить, він упаде — треба спочатку опустити його на 2 метри донизу”.

Який колір подобається роботу?

„Знову повернемося до нашого складу. Нам може знадобитися розсортувати контейнери — контейнери різних власників прибувають один за одним та ставляться «як попало», а нам треба відвантажити контейнери кожного власника окремо, щоб їм було зручно їх забрати.

Якщо в кожного власника контейнери мають свій унікальний колір — наприклад, в одного червоні, в другого

сині, в третього зелені, а робот відрізняє кольори, то ми можемо попросити робота розставити контейнери різних кольорів у різні місця.

Уявіть, що ви завідуєте цим складом і любите спостерігати за діями робота. Ви можете побачити цікаву закономірність: робот завжди спочатку відбирає червоні контейнери. Отже, червоний — його улюблений колір?”

Вчитель слухає відповіді, потім продовжує:

„А ось і необов’язково. Може, в майбутньому на складах будуть працювати роботи, які будуть слухати музику, вибираючи мелодії за смаком, або навіть у вільний час будуть писати вірші. Але зараз варто пошукати більш просте пояснення.

Імовірно, в нашого робота в алгоритмі просто першим стоїть червоний колір. Треба ж починати з чогось!”

Наука як мозаїка. Практичні заняття

Перед початком уроків цієї серії варто зробити такий вступ для учнів.

Вчитель: „Згадаймо ще раз, як ми збирали мозаїку з Лего, або кольорового скла, або камінчиків на пляжі. Складати їх можна по-різному. Так само по-різному можна поєднувати знання з різних наук.”

Коментар для вчителя

Підручники часто написані гранично спрощено. Але ж саме в цьому віці діти вчаться швидко, з ціка-

вістю, можуть ефективно осягати суть природи й світу (що може стати для них нецікавим в середніх класах). Автор знайомився з тим, як ведуться заняття в американських школах, якими підручниками там користуються. Наприклад, серед того, що вивчають у молодших класах у США (підручники для 4 класу), — різні фізичні сили в нашому повсякденному житті, в тому числі сили тертя, тяжіння та ін. Ось як відбувається це навчання. (Автор тестував цей підхід у формі „сократівського” діалогу з класом, в основному це виглядало так: задаємо питання, чекаємо відповідей, даємо правильну відповідь, коментуємо.)

Фізика — наука про матерію, енергію та взаємодію між ними

STREAM	Предмет	Знання, уміння, навички
S	Природознавство/ Фізика	Знайомство з силами, що діють у природі (тяжіння, тертя та ін.)
T	Інформатика	Створення та опрацювання комп'ютерних таблиць
R	Українська мова	Ведення інтерактивного зошита. Формулювання власних висловлювань
E	Трудове навчання	Технологія створення обладнання для наукових експериментів
A	Мистецтво	Рисунок побудованої конструкції
M	Математика	Порівняння величин Пошук математичних закономірностей (залежності одних величин від інших)

(Далі текст у цьому розділі — пряма мова вчителя на уроках.)

Якщо ви хочете прискорити рух, наприклад, коли їдете на велосипеді, що ви зробите? Правильно, почнете сильніше натискати на педалі! Від дії цієї сили вони почнуть швидше крутитися, і ваш рух прискориться.

А як можна швидко сповільнити рух, якщо не працюють гальма? Правильно, можна «пригальмувати» ногами по землі. Сила тертя вашого взуття, що торкається землі, допоможе загальмувати велосипед. Але робити це потрібно обережно! На великій швидкості ми не можемо відразу зупинитися — ми продовжуємо рухатися за інерцією. Якщо ми різко пригальмуємо ногами по землі, велосипед може перевернутися.

Коли ви застосовуєте силу до об'єкта, він теж застосовує силу до вас. Спробуйте відкрити двері долонею. Ви відчуєте, як двері пручаються. На долоні залишаться червоні сліди — це тому, що сила опору дверей діяла на вас.

Завдання: під час занять фізкультурою звернути увагу, як ми діємо своєю силою на тренажери, на землю, як вони діють на нас, що це нам дає та які є небезпеки. Наприклад, під час бігу ми відштовхуємося від землі. Земля при цьому діє на нас із силою. Тому буває, що після бігу можуть трохи поболіти ноги.

Але якщо людина падає з висоти, через удар об землю вона може зламати ногу, а з більшої висоти — може не пережити такий удар. Навіть коли падає у воду.

Щоб полегшити своє життя, ми навчилися користуватися силами природи. Наприклад, щоб плисти в човні, можна гребти, використовуючи весла. А можна використовувати енергію вітру — для цього придумали вітрила. Вітрила, які «ловлять» вітер, — великий винахід. Потім таким же чином людина навчилася ловити вітер крилами млинів, а потім і літаків. А зараз ми вловлюємо енергію вітру турбінами вітряків, і таким чином з вітру робимо електрику. Для отримання електрики використовуються й інші природні явища, наприклад, її можна добувати з енергії води в річках. Коли ви підставляєте руку під струмінь води — відчуваєте, з якою силою вона діє на вашу долоню?

Домашнє завдання. (Попросіть дорослого допомогти в його виконанні.) Коли вдома ви маєте посуд, візьміть дві тарілки, на яких залишилися приблизно однакова кількість кетчупу або томатної пасти. Завдання: відмити одну, підставивши її під слабкий струмінь води, а другу — під сильний струмінь.

1. Як ви думаєте, яка тарілка відмийється швидше?

2. А тепер спробуйте відмити першу тарілку, підставивши її під слабкий струмінь води. Запишіть, скільки секунд знадобилося.

3. Відмийте другу тарілку під більш сильним струменем води. Запишіть, скільки секунд знадобилося.

4. Порівняйте результати. Яка тарілка відмилася швидше? Все вийшло, як ви очікували, чи ні?

5. Чому одна тарілка відмилася швидше, ніж інша?

Коментар для вчителя

Відповіді на це завдання можуть бути різними. Але на останнє запитання учні повинні відповісти: «Тому що вода з різною силою діяла на тарілки. Якщо сила була більшою, тарілка відмивалася швидше».

Земля та м'яч

Коли ви кидаєте м'яч, він зрештою падає на землю. Це тому, що всі предмети притягують один одного. І ми з вами теж. Земля притягує м'яч, а м'яч — Землю. Ця сила тяжіння, або гравітації. Тому м'яч летить до Землі. А ви помічали, що Земля летить до м'яча? Навряд чи. Це тому, що у Землі сила тяжіння в багато разів більше, ніж у м'яча. І завдяки цій силі ми все ще на Землі. Інакше ми б могли злетіти з неї в космос!

Чому небезпечно бігти донизу крутою вулицею

Спробуйте пробігтися донизу вулицею з невеликим нахилом. Ви помічаєте, що бігти нею легше, ніж рівною вулицею? Як ви думаєте, чому?

(Ви задаєте класу ці питання та очікуєте на відповідь, потім даєте правильну відповідь.)

Відповідь: на похилій вулиці на вас сильніше діє сила тяжіння.

А як вам вдається втримати рівновагу?

Відповідь: вам допомагає сила тертя взуття по поверхні землі.

А чому важко утримати рівновагу, якщо вулиця з дуже крутим нахилом?

Відповідь: на ній сила тертя стає занадто малою в порівнянні з силою тяжіння. Якби вулиця була вертикальною, сила тертя вас би не втримала, і ви б просто покотилися б донизу.

А чому ми не можемо просто зупинитися?

Відповідь: нам завадить ще одна важлива сила — сила інерції. Коли ми швидко рухаємося по крутою вулицею донизу, на нас діє інерція разом із тяжінням. Тому ми не зможемо зупинитися так швидко, як на рівній вулиці.

Домашнє завдання: експеримент з кулькою або круглим предметом

Візьміть дошку або інший подібний предмет з рівною поверхнею (у крайньому випадку — лінійку) та невелику кульку або круглий предмет (це може бути коліщатко дитячої машинки або в крайньому випадку навіть кругле драже). Злегка підніміть один кінець дошки з невеликим нахилом. Можете оперти її на один кубик Лего (можна використовувати інші однакові об'єкти кубічної форми — наприклад, дитячі кубики). Запустіть по ній донизу обраний предмет. Створіть таблицю у програмі Word (або Excel). Запишіть в таблицю, скільки секунд предмет котився донизу.

Тепер зробіть більший нахил. Підкладіть під дошку два кубики. Знову запустіть по ній донизу обраний предмет і запишіть у таблицю, скільки секунд він котився донизу.

А в третій раз підкладіть три кубики та знову запишіть результат.

Якщо кубики замалі порівняно з дошкою і тому з одним кубиком предмет не починав котитися вниз, додавайте кубики, поки він не почне рух. Для стійкості конструкції замість кубиків можна використовувати однакові прямокутні елементи Лего або інші предмети — такі як коробочки з-під ліків (якщо бути математично точним, у загальному випадку маються на увазі однакові прямокутні паралелепіпеди). Тоді запишіть у таблицю, скільки кубиків було в кожній спробі.

	Перша спроба	Друга спроба	Третя спроба
Час			
Висота			

Чи помітили ви, як час залежить від висоти? Правильно, коли висота збільшується, час зменшується.

А тепер зробіть схему вашої конструкції.

Слова для запам'ятовування

Тертя: сила, яка стримує рух об'єкта

Гравітація: сила тяжіння між об'єктами

Інерція: сила, яка змушує об'єкти продовжувати рух (або продовжувати залишатися на місці)

Протидія: сила, з якою об'єкт діє на нас, коли ми діємо на нього своєю силою

Мозковий штурм

Цей етап дозволяє покращити навички аргументації та критичного осмислення інформації.

При цьому використовуємо вже отримані знання та враження. Наприклад, до цього діти вже були в музеях космонавтики (у Житомирі, а також у філії Музею КПП). Вони бачили капсулу космічного корабля та скафандри. Учитель показує дітям фото, де він нібито на Міжнародній космічній станції, й запитує, що вони думають з цього приводу. «Фотошоп!», «Використали пральну машину!» — «Так, треба критично ставитися до інформації. Але це не фейк, це справжнє фото». — «Були на космічній станції? А чому



без скафандра?» І тоді вже розповідаємо про візит до павільйону Hewlett Packard, де було змонтовано макет МКС з працюючими в ньому суперкомп'ютерами.

Таким чином у них формується нешаблонне мислення. Вони можуть проявити себе, сформулювавши ініціативу, а потім впроваджуючи її у практику. На цьому етапі починають оптимізуватися міжособистісні стосунки: хто мої однопумці? Як ми можемо спільно вирішувати задачу?

Це формує також уміння сприймати відмінну точку зору та відстоювати власну думку, адаптуватися до ситуації та уникати шаблонів.

Мистецтво задавати питання

Перед тим як переходити до проектів, необхідно засвоїти дуже корисне мистецтво задавати питання — воно необхідне і для пошуку в інформаційних системах, і для спілкування при реалізації проекту. Ось ілюстрація на прикладі космічних проектів, як можна навчити задавати питання. При проведенні мозкового штурму вчитель задає всі або частину цих питань.

1) Відкриті питання (у відкритому обговоренні)

Початок дискусії

Що ви вже знаєте про... (космос, екологію Землі)?

Пошук додаткової інформації

Що ще нам потрібно дізнатися, щоб створити свій... (космічний, екологічний) проект?

Розвиток спостережливості

Що ви бачите/помічаєте?

Що це нагадує?

Пошук теми та цілей проекту

Які тут можливості/проблеми?

Як це можна зробити/вирішити?

Заглиблення в тему

Розкажіть більше. Як у вас виникла ця ідея (про політ на Марс, очищення океану)?

Які є докази? Чому ви вважаєте, що ваша ідея працює?

Розробка концепції

Які ресурси необхідні?

Як можна зробити проект спільно? Хто буде грати яку роль?

Що ще треба додати/врахувати?

2) Закриті питання (перевірка розуміння)

Отримання інформації

Озвучте тему та цілі проекту.

Ви вже знайшли всі необхідні дані?

Формалізація

Як ви оформите/опублікуєте ваш проект/результати?

3) Дослідницькі питання:

Розуміння причин та наслідків

Чому (не можна виходити у відкритий космос без скафандра)?

Знаходження пояснень

Як ми можемо дізнатися про це/перевірити цю інформацію?

Висновки

Якби (весь ваш клас полетів жити на Марс), як (ви б організували там своє життя)?

Критика/аргументація

Чи це спрацює?

Чому ви так думаєте?

Поясніть свою точку зору.

Рефлексія

Про що ми дізналися з цього проекту?

Розширення горизонтів

Ми думали над тим, як (наш клас полетів би на Марс). А якби (полетіла вся наша школа)?

Як змінилося б (наше життя там)?

Пошук інформації в Інтернеті та інформаційна безпека

Виконуючи STREAM-проекти, учень має навчитися самостійно добувати, узагальнювати та систематизувати інформацію та створювати нові знання (можливо, нові лише для нього, але не виключені й відкриття). Роль учителя — управляти цим процесом пошуку, аналізу та синтезу знань, а також навчити учнів отримувати задоволення від цієї найвищої творчої діяльності — «еврика!». Це рецепт щасливого, зацікавленого навчання, якщо все зробити правильно.

Один аспект в навчальних проектах, які я організував або спостерігав, завжди викликає особливі складнощі — це пошук інформації. Мабуть, це особливість покоління, що мало читає. Перший етап пошуку необхідно провести ще перед початком проекту — від цього залежить, чи вдасться його виконати. Я вже згадував про запатентований метод пошуку, а зараз додаю — на правильно задане питання майже завжди знайдеться відповідь, зокрема в пошуковій системі. Інколи його треба розбити на частини — свого часу я досліджував шляхи отримання даних для проекту .

Тут варто дати пораду щодо пошуку джерел. Наприклад, у книзі подаються всі використані посилання, тому що інакше це був би плагіат. Щодо електронних ресурсів, ми не можемо відповідати за ці сайти — інколи матеріал може переміститися, або змінюються власники сайту та матеріал взагалі зникає. З іншого боку, коли вказується електронний ресурс, читачі інколи намагаються його ввести вручну — і якщо в них (чи в книзі) помилка

навіть в одному знаку, вони не знаходять необхідний сайт, витрачаючи нерви та час. Краще шукати фрази, смисли, які вам необхідні — при цьому можна знайти багато корисної додаткової інформації. У книзі наводиться багато англomовних джерел (та включено основну відповідну інформацію в українському перекладі), оскільки це нова тема, з якої недостатньо перевіреної інформації іншими мовами.

На основі методу пошуку інформації можна вчити школярів проводити дослідження інформації щодо будь-якого питання. Необхідно навчитись іти від загальної інформації до детальної та знов до узагальнення. Завдяки цьому розглядається об'єкт вивчення як в цілому, так і відповідні його частини, учні вчать помічати як закономірності, так і деталі, зв'язки та наслідки, знаходити аналогії та протиріччя, аналізувати та узагальнювати (робити висновки).

Так вони переходять від теорії до практики та потім формулюють вже свої власні гіпотези та теорії. А потім методом спроб та помилок виявляють, наскільки правильними вони вийшли.

При цьому перш ніж давати завдання шукати щось в інтернеті, необхідно хоча б коротко розповісти, які види небезпеки можуть трапитися в мережі, зокрема на шляху до потрібної інформації. Наприклад, дитина має знати, що не можна вимикати антивірусні програми (інакше можна втратити всі дані на комп'ютері); що не можна передавати будь-кому особисту інформацію, інформацію про батьків, електронну пошту, номери

телефонів, кредитних карток та ін. (можливість втрати грошей); не можна домовлятися про зустріч з незнайомцями (можливість викрадення); якщо висвітлюються попередження про можливу загрозу безпеці, не можна її ігнорувати та переходити на сайт (можливість зараження комп'ютера та ін.).

Проектна робота

В середній школі дедалі популярнішими стають навчальні проекти. Однак в учнів початкової школи може бути ще недостатньо досвіду для багатьох етапів та задач проекту. Проектна робота в початковій школі відрізняється як самими проектами, так і роботою над ними. По-перше, необхідно вибирати проекти, що максимально наближені до повсякденного життя молодших школярів. По-друге, їм ще зарано використовувати стандартні інструменти проектної роботи. Проте це не означає, що вони не можуть виконувати навіть суспільно корисні проекти — далі наводяться приклади реальних проектів для молодшої школи. При цьому діти, виконуючи такі проектні завдання, знайомляться з базовими навичками проектної роботи — зокрема це творчі навички (вибір кращих способів вирішення поставлених завдань), робота з даними та інформацією (аналіз, узагальнення, використання), самостійна та групова робота.

Які ж проекти можна зробити в початковій школі?

Ось приклад міжпредметного завдання STREAM, яке підходить для 3-го класу та дозволить дітям не тільки покращити практичні навички з матема-

тики, рідної мови та природознавства, а й потенційно принесе користь для розвитку їх громад, де вони проживають.

Реклама для туристів

Завдання: створити буклет або презентацію та рекламний текст для туристів, які хочуть приїхати у ваше місто або село.

Отримувані знання (навколишній світ — природознавство, краєзнавство): історія та географія рідного міста, села, області, району.

Отримувані вміння (математика та мова): аналіз та узагальнення інформації. Математика: арифметичні дії, робота з даними в таблицях та візуалізованому вигляді (карти, графіки, діаграми). Мова: Створення художнього тексту.

Тема розрахована на 3 уроки, діти працюють у групах від 4 до 6 учнів.

1. *Формулювання проблеми*

«Діти, до нас хочуть приїхати туристи — учні з інших регіонів України, які раніше не були у нас. У нашому місті (селі, районі, області) є багато цікавого для них. Кожен турист має побачити найцікавіші місця, дізнатись про історію, географію, відомих людей нашого краю. Щоб їм допомогти, ми маємо створити для них або презентацію та рекламний текст. Для цього у нас є кілька завдань, які ми почнемо вирішувати, як тільки я скажу «почали». Почали!»

2. *Робота над проектом*

Перше завдання

«Туристам спочатку необхідно доїхати до нас. Багато з них їдуть з Києва або через Київ. Пропоную допомогти їм спланувати подорож. Якщо вони їдуть через Київ з іншого міста, вони знають, скільки треба їхати до столиці. А ми допоможемо спланувати маршрут з Києва до нас».

(Примітка: для киян запропонувати інше завдання: спланувати туристичну поїздку до Києва для туристів з найбільшого міста Київської області — Білої Церкви.)

«Якщо в туристів немає інформації про відстань, вони, звичайно, можуть її самі розрахувати.

Наприклад, туристи їхали до нас дві години. Якщо в середньому туристи рухалися зі швидкістю 71 км/год, яку відстань вони проїхали?»

(Примітка. Для киян задача формулюється так: «Наприклад, якби туристи їхали з Чернігова, вони могли б доїхати до Києва за дві години. Якщо в середньому туристи рухалися зі швидкістю 71 км/год, яка відстань від Чернігова до Києва?»)

Розв'язуючи це завдання, діти роблять розрахунок $71 \cdot 2 = 142$ (км).

Друге завдання

«Але це незручно. Туристам треба заздалегідь знати, скільки часу піде на дорогу. Тому давайте знайдемо в Ін-

тернеті, яка відстань від Києва до нас.» (Для киян — яка відстань від Білої Церкви до Києва.)

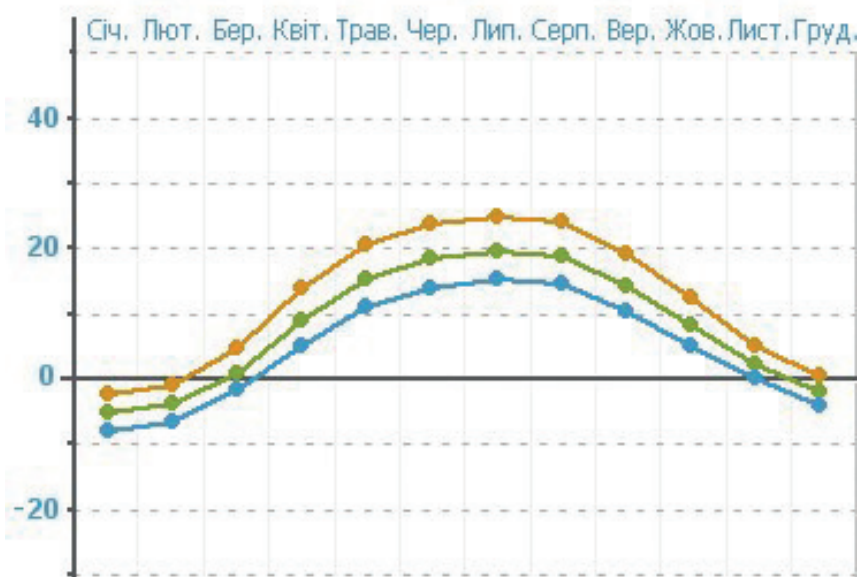
Вчитель з учнями шукають цю відстань в Інтернеті. «А тепер будемо вважати, що вони їдуть із середньою швидкістю 70 км/год. Підкажіть мені, скільки часу їм треба, щоб проїхати цей шлях?»

Учні ділять відстань на швидкість та отримують приблизний час подорожі. (Якщо результатом ділення не є ціле число, округлюємо до найближчого цілого. Наприклад, замість $142/70$ ділимо $140/70$ та кажемо: «Отже, потрібно більше ніж дві години. Але краще запланувати час із запасом — вважатимемо, що на дорогу до нас та назад потрібно 5 годин».)

Третє завдання

«А коли ж туристам краще до нас їхати? Якщо тільки вони не любителі зимових розваг, мабуть, краще запропонувати їм їхати в теплий період року. Наприклад, для багатьох комфортна середньодобова температура має бути не менше ніж 10 градусів тепла. Можемо запропонувати їм приїхати в ті місяці, коли буде така температура. Давайте знайдемо в Інтернеті, коли в нас така температура».

Учитель з учнями шукають середньодобову температуру для свого населеного пункту в Інтернеті. Якщо з пошуком виникають складнощі — оскільки поїздка планується з Києва, можливо використати цей графік для Києва від Українського гідрометцентру:



Зеленим показана середня температура. Є також додаткові графіки — максимальна (жовтий) та мінімальна (синій) середньодобова температура за кожен місяць. Вчитель має пояснити, що на графіку позначені такі значення температури: -20 , 0 , $+20$, $+40$ градусів. А пропущені значення -10 , $+10$, $+30$ градусів. Якщо сказати просто « 20 градусів», хтось може не зрозуміти — тепла чи морозу? Тому додаємо знак $+$.

«Отже, в які місяці краще їхати до нас? Дивіться на зелений графік.» Учні мають дати відповідь — з квітня по вересень.

«А якщо випав теплий рік? Дивіться на жовтий графік.» Відповідь — з квітня по жовтень.

«А якщо рік холодний? Дивіться на синій графік.» Відповідь — з травня по вересень.

Примітка. Для графіків, самостійно знайдених в Інтернеті, визначте правильні відповіді.

Якщо в кабінеті фізики чи в STREAM-лабораторії є необхідне обладнання, цей етап можна зробити навіть цікавішим та почати знайомство з реальним світом наукових досліджень. Наприклад, можна вимірювати температуру за допомогою датчиків температури та візуалізувати результат на екрані у програмі SPARKvue. Також можна додати інші параметри комфортності, такі як швидкість вітру до 15 метрів на секунду. Для вимірювання швидкості вітру можна використовувати анемометр.

Четверте завдання

«Складіть таблицю наших головних туристичних цікавинок. У таблиці має бути дві колонки такого вигляду:

Туристичний об'єкт	Чим він цікавий

В лівій колонці записуйте назву об'єкта — наприклад, будинку, церкви, площі, парку. В правій — чим він знаменитий, що там відбувалось, які люди з ним пов'язані.»

П'яте завдання

Зробіть рекламну презентацію у вигляді художнього тексту з ілюстраціями. Щоб його написати, дайте відповіді на питання:

1. Як називається наше місто (село)? Додайте якусь фотографію, яка найкраще представить його туристам, які приїдуть вперше.

2. Коли до нас найкраще приїжджати? (Можна включити помісячний графік середньодобових температур.)

3. Скільки годин приблизно витратить турист, щоб доїхати до нас?

4. Які туристичні об'єкти треба обов'язково побачити, коли потрапляєш до нашого міста (села)? Включіть таблицю туристичних об'єктів до своєї реклами.

Найкращі презентації можна розмістити на сайті вашої школи.

Аліса в країні математики

STREAM	Предмет	Знання, уміння, навички
S	Природознавство/ біологія	Троянди та їх особливості
T	Технологія (агротехнології)	Принципи побудови системи поливання квітів
R	Українська мова	Читання уривку з казки „Аліса в Країні Чудес”. Ведення інтерактивного зошита. Формулювання власних висловлювань
E	Технологія (конструювання)	Створення конструкції поливання

Продовження таблиці

А	Мистецтво	Малювання ілюстрації до завдання
М	Математика	Віднімання та ділення величин

Завдання: скласти текст-інструкцію для садівників, які мають переробити клумби так, як хоче Королева.

Обладнання та матеріали в кожного учня: пенал, підручник, олівець.

Книга Л. Керролла „Аліса в Країні Чудес” (у вчителя, а також — бажано — в учнів; у разі відсутності книги в учнів учитель зачитує наведений нижче текст).

Отримувані знання (зарубіжна література): історія Аліси з казки Льюїса Керролла.

Отримувані вміння (математика та мова): аналіз інформації. Математика: арифметичні дії, робота з даними в таблицях. Мова: Читання художнього тексту.

Тема розрахована на 1 урок, діти працюють у групах від 2 до 4 учнів.

Завдання

1. Давайте згадаємо все, що ви знаєте про Алісу — героїню відомих казок Льюїса Керролла. А ви знали, що Керролл був математиком? Прочитайте наступний уривок з казки: „А що, як я провалюся наскрізь?... І тоді, зрозуміло, мені доведеться запитати, в яку країну я потрапила.”

2. Потрапивши в невідому країну, Аліса постійно зустрічає людей, які все роблять не так. Ось Королева наказала садівникам зробити три круглі клумби з різними радіусами. Але вони все переплутали й клумби вийшли значно більшими. Справа в тому, що їм здавалося, що діаметр — це радіус. А тепер їм треба терміново зменшити клумби, щоб Королева їх не засудила. Ось які розміри клумб вимагала Королева:

	Перша клумба	Друга клумба	Третя клумба
Діаметр	8 м	12 м	16 м
Радіус			

Давайте допоможемо садівникам, записавши, які мають бути радіуси клумб. Як нам порахувати їх, якщо ми знаємо діаметри? (Примітка: пояснити, що радіус — відстань, яку ми проходимо від краю до центру клумби, а діаметр удвічі більший за радіус і вимірює відстань, яку ми пройдемо, якщо будемо з центру йти далі, поки не закінчиться клумба.)

3. Одного разу Аліса вже бачила, як садівникам довелося перефарбовувати квіти в улюблений колір Королеви. Згадайте, який це колір? Які це були квіти? Що ви знаєте про троянди? Як вони ростуть? Чим вони відрізняються від більшості квітів?

4. Складіть текст-інструкцію для садівників, відповівши на питання:

1) Що мають зробити садівники?

- 2) Які мають бути радіуси клумб? Включіть заповнену таблицю до своєї відповіді.
- 3) Якого кольору мають бути квіти? (Підказка: це улюблений колір Королеви.)
- 4) Троянди потребують ретельного догляду. Їм необхідно багато води. Як це забезпечити? (Відповідь: побудувати зрошувальну систему.)
- 5) Як ви самі могли б організувати поливання домашніх квітів у вазоні, поки вас немає вдома? (Відповідь: наповнити пляшку водою, перевернути й трохи відкрити кришечку, щоб вода по краплі виліталася до вазону.)
- 6) Усього в садівників 300 кущів. На першій клумбі вони посадили 40 кущів, на другій — 80. Скільки кущів їм залишилося для третьої клумби?

Намалюйте, як мають виглядати клумби квітів улюбленого кольору Королеви.

Стань винахідником

STREAM	Предмет	Знання, уміння, навички
S	Природознавство/ Фізика	Знайомство з силами, що діють у природі (тяжіння, тертя та ін.)
T	Інформатика	Створення та опрацювання комп'ютерних таблиць
R	Українська мова	Ведення інтерактивного зошита. Формулювання власних висловлювань

Продовження таблиці

Е	Трудове навчання	Технологія створення обладнання для наукових експериментів
А	Мистецтво	Дизайн. Створення композицій
М	Математика	Порівняння величин Пошук математичних закономірностей (залежності одних величин від інших)

Досвід України, США та інших країн показує, що дітям дуже подобається винаходити корисні пристосування для своїх потреб.

Як допомогти дітям стати винахідниками?

Винахідники постійно роблять світ кращим. Наприклад, дуже багато електрочайників згоріло, поки не придумали спосіб, як зробити чайник, який буде автоматично відключатися, коли вода закипить.

Але винаходи рідко приходять нам в голову самі. Зазвичай винахідник сам шукає дорогу до них. Для цього він може використовувати такі кроки-підказки (а в подальшому кожному кроку автор присвячував окремий урок, але за необхідності можна проходити по два кроки за урок):

Крок 1. опишіть завдання.

Крок 2. Що вам уже відомо?

Крок 3. Які питання залишилися без відповіді та як на них можна знайти відповідь?

Крок 4. Проведіть мозковий штурм, щоб спробувати вирішити задачу.

Крок 5. Виберіть одне з рішень, запропонованих на мозковому штурмі.

Крок 6. Подумайте, як його реалізувати.

Крок 7. Проведіть мозковий штурм, щоб реалізувати ваше рішення за допомогою простих механізмів.

Крок 8. Складіть план роботи такого механізму.

Крок 9. Намалюйте, як приблизно буде виглядати ваш механізм.

Крок 10. Вибір матеріалів.

Крок 11. Тестування.

Крок 12. Удосконалення.

Приклад. У їдальні (або вітальні) вашої квартири стоїть коробка з цукерками. Але цукерки з неї постійно зникають.

Крок 1. Формулюємо завдання: дізнатися, хто бере цукерки з коробки.

Крок 2. Що нам уже відомо?

У коробці вчора ввечері було 30 цукерок. Сьогодні вранці залишилося 15 цукерок. Цукерки зникали й раніше.

Усі лягли спати о 10 годині вечора й прокинулися о 7-й ранку.

Крок 3. Які питання залишилися без відповіді і як на них можна знайти відповідь?

Як таємничий пожирач цукерок потрапляє в їдальню?

Коли він (або вона, або вони) туди потрапляє?

Чому ми його не бачили?

Як можна отримати сигнал, коли вони приходять?

Крок 4. Проведіть мозковий штурм, щоб спробувати вирішити задачу.

Можуть бути запропоновані такі варіанти:

- не залишати цукерки в коробці;
- поставити мишоловку в коробку;
- залишитися в їдальні на ніч і дочекатися пожирачів;
- поміняти замки;
- встановити сигналізацію.

Можна використовувати когнітивну карту для роботи над ідеями в такому вигляді:

Задача	Перше рішення	Друге рішення	Третє рішення
Інформація			
Рішення на основі інформації			

Наприклад, для нашої проблеми з цукерками:

Задача: знайти пожирачів цукерок	Перше рішення	Друге рішення	Третє рішення
Інформація	Слідів зламу немає, тому...	Вночі всі спали, тому...	(варіанти ваших учнів)
Рішення на основі інформації	Зробити сигналізацію	Треба сховатися в столовій та дочекатися пожирачів	(варіанти ваших учнів)

Наприклад, можуть бути такі варіанти — на цукерках помітні сліди дуже дрібних зубів, тому... треба поставити мишоловку.

Крок 5. Виберіть одне з рішень, запропонованих на мозковому штурмі.

Припустимо, ми зупинилися на варіанті сигналізації.

Крок 6. Подумайте, як його реалізувати.

Як буде виглядати сигналізація? Як вона буде працювати?

Вона має бути досить гучною і реагувати, коли пожирачі відкриють двері.

Крок 7. Проведіть мозковий штурм, щоб реалізувати ваше рішення за допомогою простих механізмів.

Можна використовувати дзвіночок, щоб він задзвенів, коли пожирачі відкриють двері.

Дзвіночок можна повісити на тонку нитку й перекинути її через гвіздок у стіні.

Інший кінець нитки можна прив'язати до дверної ручки.

Потім потрібно випробувати, як працює наш механізм.

Крок 8. Складіть план роботи такого механізму.

— Ми залишаємо коробку з цукерками в їдальні.

— Йдемо спати.

— Коли в проміжку між 10 вечора і 7 ранку відчиняться двері, ручка потягне за собою нитку.

— Нитка смикне дзвіночок.

— Дзвіночок задзвонить.

— Ми прокинемося та спіймаємо пожирачів.

Крок 9. Намалюйте, як приблизно буде виглядати ваш механізм.

Крок 10. Матеріали та частини.

Варто окремо обговорити, з чого буде виготовлятися ваш механізм. Наприклад, задати питання:

— З якого матеріалу має бути нитка для сигналізації?

— (Варіант відповіді): Звичайна нитка для шиття.

— Але якщо дзвіночок надто важкий, вона може порватися. Які є ще варіанти?

— (Варіант відповіді): Риболовна ліска.

Ось ви вже майже побували винахідниками. Чому майже? Деякі зупиняються на цьому. А деякі вдосконалюють свій винахід, можуть навіть запропонувати його іншим. А потім зробити бізнес і продавати. Сигналізацію зараз купують часто.

Крок 11. Тестування винаходу.

Коли з'явилися перші пластмасові ножі та ложки, вони часто ламалися. Довелося провести багато експериментів, перш ніж вдалося отримати легкі, але міцні види пластмас, які можна було згинати достатньо, щоб вони не ламалися під час трапези.

Необхідно тестувати кожну деталь. Коли випускають нові автомобілі, їх також перевіряють на міцність: наскільки вони можуть витримати удар при різних швидкостях? В цей час в них сидять не люди, а муляжі з датчиками, які показують, наскільки ремені безпеки та повітряні подушки захищають їх від удару.

Спробуйте зібрати вашу сигналізацію з вибраних матеріалів. Наприклад, чи дійсно задзвенить ваш дзвоник, коли двері відкриваються? А якщо прив'язати дзвоник звичайною ниткою, чи не порветься вона, коли ви сильно смикаєте двері?

Запишіть усі питання, які виникли під час тестування свого винаходу, та відповіді на них. Це й будуть результати вашого тестування.

Крок 12. Удосконалення винаходу

Що необхідно?

Ваша сигналізація

Додаткові матеріали (за результатами тестування)

Зробіть таблицю, як показано нижче. В лівій колонці запишіть питання, що виникли під час тестування. Далі у двох наступних колонках позначте відповідь — так або ні. Якщо результат тестування вас не задовольнив, подумайте, як вдосконалити винахід. Наприклад:

Спостереження	Так	Ні	Покращення
Чи витримала нитка відкривання та закривання дверей?		*	Використати капронову леску
Чи був досить гучним звук дзвоника?		*	Залишити двері до спальні відчиненими
Чи був дзвоник добре закріплений?		*	Зробити міцніший вузол

Сподіваємось, тепер ваш винахід працює краще! Якщо проблеми ще залишаються — продовжуйте шукати рішення, тестувати та вдосконалювати свій винахід, і не забувайте записувати результати своєї роботи!

Нові слова

Мозковий штурм: розмірковування над задачею для знаходження різних варіантів рішення

Когнітивна карта: спосіб описати задачу за допомогою ключових слів та малюнків

Світ відеоігор (4 клас)

STREAM	Предмет	Знання, уміння, навички
S	Природознавство/ Фізика	Властивості матеріалів, що використовуються у грі Minecraft («Майнкрафт»), їх придатність для різних задач
T	Інформатика	
R	Українська мова	Опис ігрових процесів, формування активних висловлювань
E	Трудове навчання	Технологія створення споруд у віртуальному світі як моделей реальних об'єктів
A	Мистецтво	Дизайн. Створення садів у грі
M	Математика	Використання ігрового моду Calculus (калькулятор). Порівняння обсягів видобування при використанні різних ігрових машин. Розвиток навичок тривимірного мислення

Коментар для вчителя

Майже всі сучасні діти знайомі з відеоіграми. Якщо в більшості учнів класу вже був досвід гри в «Майнкрафт», варто використати його для демонстрації важливості STREAM для підвищення рівня у грі. Автор використовував ігри в роботі з учнями школи № 36 м. Києва, і деякі з них досягли значних успіхів у STREAM-предметах, зокрема один з них з моєю допомогою написав статтю про відеоігри.

Вчитель може спочатку провести загальну дискусію про гру «Майнкрафт». Учні з задоволенням розповідають про будівництво різних споруд та властивості матеріалів, що використовуються у грі, дизайн садів та інші типові види діяльності у грі.

Далі вчитель може розповісти про „наукові та технічні” моди гри «Майнкрафт»: Calculus, IndustrialCraft, RotaryCraft. Calculus дозволяє отримати працюючий калькулятор всередині гри. На ньому можна проводити розрахунки під час гри — не тільки прості, але й досить складні.

Вчитель також може розповісти дітям про те, як математика та природничі науки допоможуть їм опанувати «Майнкрафт» краще, ніж іншим гравцям. Наприклад, гравець добуває корисні копалини. У моді IndustrialCraft для цього використовується Maserator, а у RotaryCraft є машина Extractor. Гравець може використовувати одну з них. Але йому/їй необхідно знати, як збільшиться видобування. Maserator дає збільшення вдвічі. А ось Extractor має чотири етапи видобування, й на кожному етапі ймовірність (шанс) подвоїти видобуток складає 50%. Можна запитати учнів: яку машину краще використовувати? Часто учні думають, що надійніше брати Maserator. Але фактично шанси, які дає Extractor, схожі на підкидання монети: яка сторона випаде? Якщо вважати, що в середньому подвоєння відбувається у половині випадків, виходить, що за 4 етапи видобуток зросте у $2 \times 2 = 4$ рази. Отже, якщо використовувати Extractor досить часто, він вигідніший за Maserator.

А при використанні машин необхідно рахувати, скільки енергії вони витрачають. Спитайте учнів, чи вони мають такий досвід, та уточніть, чи вони використовують при цьому механічну енергію. Якщо так, їй треба обчислювати як добуток (на основі заданих параметрів) — нехай учні розкажуть про це.

Слід сказати також про інші приклади корисних ігор. Деякі вже використовуються в навчальних програмах, наприклад, ігри-симулятори певних професій — пілота, водія та ін., що все більш реалістично моделюють управління літаком, автомобілем та іншою технікою. У деяких іграх можна отримати багато корисної інформації про типи машин, історичні події та ін. Віртуальні квести допомагають в розвитку дедукції, стратегічні ігри — навички управління та дій у віртуальному світі з багатьма взаємозалежностями (та неповної інформації про них). Головне — перемогти ілюзію, що реальність не буде відрізнитись від віртуальної моделі.

Під час гри дитина вчиться працювати з предметами, інформацією, іншими людьми. Гра — це віртуальний всесвіт, який за сприятливих умов може допомогти більш наочно зрозуміти закони, за якими існує набагато складніший реальний Всесвіт. Крім того, з відеоіграми та кіберспортом пов'язано багато сучасних професій — у цій сфері добре заробляють не тільки підприємці та програмісти, а й організатори подій, стримери, художники та інші професіонали. Автори контенту, аналітики, маркетологи, дизайнери, веб-розробники — це неповний перелік професій, які знаходять своє місце в індустрії відеоігор.

Від кожної вимагається набір навичок, багато з яких формується в рамках ST(R)EAM-освіти. Від стримера вимагаються мовні та комунікативні навички, а також емпатія — тільки так можна передати емоції гри. Від аналітика — знання математики та вміння застосовувати теорію ймовірностей та статистику в умовах конкретного турніру.

Звичайно, є ігри, які викликають залежність у певних людей за наявності відповідних обставин. Але, як кажуть, якщо не можеш перемогти проблему — треба її очолити.

Якщо дорослі порадять хорошу гру, а ще краще — покажуть її корисне застосування в реальному світі, зменшиться ймовірність того, що учні почнуть використовувати таке «заспокійливе», як різноманітні «Сині кити».

Багатьом учням може бути цікаво створити презентацію на тему відеоігор. Більш за це важливо, що в іграх відбувається інтеграція з культурно-мистецькими жанрами.

Порадник для вчителів STREAM

У суперечці народжується мозаїка.

S+T+R+E+A+M — як зацікавити?

Розмаїття предметів, що об'єднуються у STREAM, схоже на мозаїку, кожний елемент якої необхідний для загальної картини і водночас неповторний. Але що стоїть за літерами S+T+R+E+A+M?

Перш ніж починати навчання **STREAM**, **варто познайомити дітей з мистецтвом мозаїки**. Мозаїку можна збирати з кубиків Лего. Але інколи ми з учнями збираємо мозаїку навіть з різнокольорових камінців. В цьому є не тільки краса, а й глибокий сенс. Наука — це теж своєрідна мозаїка. Але замість кольорових елементів наука складає у свої «малюнки» різні знання.

Коли дослідники збирають дані, роблять висновки, все це потроху складається в картинку, як пазл. Учені часто сперечаються і спростовують думки один одного, замінюючи одні елементи мозаїки іншими, і картина стає яснішою.

Потім зібрані картинки стають шматочками більших картин.

Були часи, коли мікроскопи були популярним хобі, як зараз фотографія.

А на годиннику була тільки годинна стрілка, і був час на вивчення дрібних деталей. Зараз ми живемо швидко і не помічаємо дрібниць, а вони важливі. Дайте дітям

завдання розповісти про помічені «дрібниці» — відкриється багато цікавого!

Наведемо приклад уроку „Вступ до STREAM”. Варто почати з престижності **науки — першої літери** в STREAM. Кажуть „хто володіє інформацією — володіє світом”. Предмет «Природничі науки» — **літера S** — включає не тільки фізику, хімію, біологію, але й науки про Землю та Космос. Знання з цих наук використовують спеціалісти з різних технологій та інженери, щоб будувати світ майбутнього.

T (Технології), друга літера аббревіатури STREAM, у нас зводиться в основному до інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), де Україна має сильні позиції у світі. Але є також промислові, сільськогосподарські, біотехнології та багато іншого.

Особливої уваги заслуговує третя літера- E (engineering). Часто її розшифровують як «Інженерія», або «Інжиніринг», але не всім зрозуміло, про що йдеться. Перш за все це сфера проектування, конструювання та інших видів перетворення матерії та енергії різного походження на конструкції, механізми, продукти та навіть процеси з використанням технологій та математичних розрахунків.

Щодо застосування **технологій та інженерії**, то завдяки ним дитина в навчальному процесі стає не просто об'єктом, у який вкладаються знання, а поважним винахідником, експериментатором, який щось винаходить повторно, наслідуючи шлях попередніх винахідників, а щось і самостійно. І це дає велику самоповагу та поштовх здобувати знання, необхідні для цього.

Для ознайомлення з цим підходом можна відвідати такі заходи, як Youthday або «Наукові пікніки». Діти досліджують можливості комп'ютерної анімації на основі реальних конструкцій Лего, програмування роботів, а потім поруч проводять експерименти з рідким азотом та його впливом на їжу — в такому контексті може прийти гарна ідея STEAM-проекту.

Спеціальні заходи можна проводити на базі таких музеїв. Наприклад, музей НТУУ КІП, де можна познайомити майбутніх студентів з аерокосмічними досягненнями України та українців, які тут навчалися (Сікорський, Корольов та ін.) Дуже цікавий досвід школи № 36 м. Києва, де створений Музей історії та розвитку космонавтики, якому виповнилося 35 років. Музей постійно розвивається та є центром навчальної, науково-дослідницької та виховної діяльності, в ньому проводяться загальноукраїнські конференції, екскурсії, брейн-ринги для учнів 3–11 класів, Корольовські читання та ін.

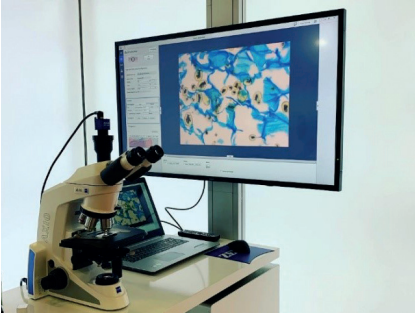


Стосовно літери М, найтяжче кліповому поколінню не-читачів даються предмети з високим рівнем абстракції неочевидності, де потрібні глибокі роздуми. І **математика** є особливо складною, оскільки в її поняттях для учнів немає наочності, вони часто не бачать у них нічого спільного зі своїм життям. Засвоєння такого матеріалу полегшується, коли демонструються міжпредметні зв'язки, проводяться інтегровані курси. Також дітям необхідно пояснити, що без математики вони не зможуть нормально жити: наприклад, щоб у них було достатньо грошей, треба вміти порахувати свої витрати та доходи й порівняти ці величини: чи достатньо буде таких доходів для таких витрат?

А чи ви знали, що **математику** можна вивчати через інженерію? Наприклад, універсальність конструкторів Лего в тому, що при бажанні та наявності фантазії їх можна використовувати навіть для вивчення арифметичних дій. Для наочності кожної дії можна підбирати кольорові кубики, наприклад, для ілюстрації множення складати їх, як клітинки на шаховій дошці (в кожному наступному рядку — кубики іншого кольору) та рахувати, скільки кубиків у кожному рядку, скільки рядків, та множити ці дві величини.

Літеру „R” у STREAM, як правило розуміють як „**читання та письмо**”: сюди входять такі навички, як розуміння дітьми змісту тексту, вміння використовувати правильні слова та граматичні форми для висловлення своєї думки.

Автор концепції STEAM Ж. Якман особливо згадує, що вивчення (іноземної) мови окремо від інших предметів залишає учнів без важливого контексту, а отже — і без розуміння, для чого вони її вчать.



І нарешті, щодо **мистецтва** — чому важливо додати «Арт» до STEM? Це новий (креативний, естетичний, гнучкий) стимул до вивчення «сухих» наук та технологій, з іншого боку — стимул до створення нового мистецтва або дизайну на основі STEM.

Було помічено, що учні, які вивчали мистецтво, переглядали картини та критично аналізували їх, успішно застосовують ці навички для спостереження за науковими експериментами. Мікроскоп, представлений на світовому форумі освіти Worlddidac, та телескоп в обсерваторії Київського палацу дітей та юнацтва схожі у впливі: коли дитина вперше бачить, наскільки малі організми живуть у ній самій, або наскільки вона сама мала порівняно із Сонячною системою — це той «вау-ефект», який треба використати, щоб дати їй поштовх до отримання нових знань. Але до мікроскопа в Берні був під'єднаний комп'ютер, який одразу на екрані зображував картинку того, що відбувалося на склі мікроскопа. А картинка з телескопа залишається поки лише в уяві учня. Та й навіть «доморощена» фотографія зоряного неба на сьогодні не передає побаченого. Але якщо закріпити її мистецтвом, особливо власним — це буде набагато «твердіше» знання. Тому важливі конкурси космічного живопису, де дитина відчуває себе причетною до Космосу, і це зберігається на все життя.

А — це не тільки мистецтва в нашому розумінні. У дидактичних джерелах ми бачимо під «А» дуже різні предмети.

Важливо, щоб діти в початковій школі через інтегрований підхід знайомилися з усіма елементами STREAM, адже в цьому віці ще недостатньо проявляються всі здібності майбутньої дорослої людини, і не можна сказати, хто буде інженером, хто — програмістом або вченим та ін. Дитина не зможе зрозуміти, чи хоче вона обирати конкретний життєвий шлях, якщо не дізнається про його існування та не спробує себе в ньому.

Робототехніка: Інше значення літери «Р»

Навчальна робототехніка постійно впроваджується в провідних країнах світу, починаючи вже з етапу початкової освіти. Задіявши її, ми отримуємо міждисциплінарне навчальне середовище, у якому розвиваються як наукові та технологічні компетентності, так і навички розробки, конструювання, програмування та управління роботизованими платформами.

Таку освіту часто називають «навчанням навпаки»: не від теорії до практики, а від гри, фантазії, конструювання до отримання нових знань. Більш детальний опис предмету „Робототехніка та штучний інтелект” див. нижче.

Переваги STREAM та ще одне значення літери «R» — дослідження

У літературі зустрічається також розуміння літери «R» як Research — дослідження.

Діти молодшого шкільного віку природно налаштовані на дослідження та експерименти, і ці природні імпульси за допомогою правильних запитань слід спрямовувати на розуміння базових наукових понять. Пізніше завдяки цьому вони отримують багато переваг:

— Вони не відчуватимуть небажання напружуватись або страху нерозуміння, коли їм доведеться опановувати складніші поняття, вивчаючи STEM-предмети в старших класах. Коли зміст проєктних робіт відповідає віку і знанням дітей та ускладнюється досить поступово, учні не бояться не впоратися з проєктним завданням.

— Під час роботи над проєктом доводиться вирішувати комплексне завдання і шукати необхідну інформацію, а інколи нестандартні підходи. Так діти вчаться критично мислити та працювати творчо, а не тільки „за підручником”. Це підвищує успішність з усіх предметів (а не тільки STEM).

— Міжпредметний характер STREAM робить навчання більш системним.

— Зв'язок проєктів з реальним життям дає широкий простір для творчості та готує до інновацій в дорослому житті. Необхідно вирішити проєктне завдання, хоча єдино правильного рішення може й не бути.

— Навчання в невеликих групах, виконання завдань у парах — ще одна перевага, яка забез-

печує **навчання дітей співпраці** в команді, розвивати навички спілкування. Завдяки груповій роботі над проектом навчання стає не тільки більш пізнавальним, а й веселим, що підвищує ентузіазм до навчання, сприяє розвитку „емоційного інтелекту”.

— Під час виконання практичних завдань тренується не тільки ментальна, але й м'язова пам'ять. Це підвищує стійкість здобутих знань.

Про те, як розвинути здатність до досліджень, ми поговоримо нижче.

Важливо пояснити учням корисність уміння представити результати своєї роботи. Ось у якому контексті це можна зробити. Школа як джерело знань зараз змушена конкурувати з Інтернетом. Але можна використати цю обставину. Діти зараз мріють стати зірками соцмереж. Так підтримайте їх і скажіть, що цікавіше самим щось розповідати в соцмережах, ніж слухати якихось «зірок», яких і так слухають усі. Але як учні зможуть хоча б трохи наблизитися до того, щоб стати зірками, якщо не будуть вміти цікаво розповідати? А в даному випадку школа дає їм шанс розвинути це вміння.

Поясніть також, що в STREAM-проектах вони можуть навчитися тому, що потрібно буде на будь-якій роботі: співпрацювати. Нехай, наприклад, один учень пояснить іншому (іншій) математичну основу проекту, а інший допоможе першому зібрати свій «розумний будинок» або іншу модель.

Співпереживання як перший етап успішного проекту

Можливо, діти кожного дня проходять поруч з якоюсь дитиною з інвалідністю й навіть не помічають, або, навіть гірше за це, дражняться. А тепер нагадайте їм, що в нас такі люди часто досягають більшого, ніж звичайна людина. Наприклад, як гарно виступили українці на Паралімпіаді-2020! Може, та дитина з інвалідністю — теж майбутній чемпіон, і вони будуть пишатися, що знайомі з нею. А тепер разом з дітьми проведіть мозковий штурм: може, цій дитині можна допомогти? У книзі „STEAM-освіта майбутнього в Україні” наводиться приклад, коли школярі розробили та роздрукували на 3d-принтері протез руки для дитини з обмеженими можливостями. Такий проект підходить для старшокласників. Але в початковій школі можна підготуватись до таких проектів. Щоб запропонувати найбільш ефективний протез, учні досліджують способи використання тваринами частини тіла як «руки», наприклад, як опосуми використовують хвости, щоб схопитись за дерева, а гекони — липкі речовини, щоб пальці прилипали до поверхонь. Це дослідження за допомогою інтернету можна провести вже в початковій школі.

Програмування та робота з даними — з раннього віку

Комп'ютерне програмування — це використання мов програмування для управління функціями комп'ютерів (або інших цифрових пристроїв).

Комп'ютери хоча й не є розумними істотами, зате вони дуже слухняні. Вони роблять саме те, що ви хочете зробити, якщо дати їм відповідну команду. Але вона має бути точною, щоб компютер міг виконати завдання правильно. Вивчення мов програмування подібне вивченню іноземної мови, і в рамках STREAM це можна розглядати як зв'язок між мовною та цифровою грамотністю. Але завдяки чітким правилам мов програмування учні навчаються мислити більш логічно та структуровано. Фактично їм необхідно навчитись розбивати кожну задачу на підзадачі до того моменту, коли це стане „зрозуміло” компютеру. Це дає також навички наполегливості та вміння діяти у складній ситуації („завжди є рішення”).

У деяких країнах програмування стає обов'язковим предметом у школах. Наприклад, в Японії у 2020–2022 програмування поступово впроваджується як обов'язковий предмет в усіх класах. У початковій школі його викладатимуть в ігровій формі. Наприклад, діти писатимуть програми для керування ігровими персонажами, складаючи алгоритм з своєрідних «будівельних блоків» (візуальне програмування). Інші країни зробили аналогічні кроки ще раніше (наприклад, Велика Британія). Аналогічні плани є й в Україні.

Для кращого засвоєння програмування слід супроводжувати відповідними роз'ясненнями на уроках англійської мови значення слів, що використовуються як команди у мовах програмування.

Поширюються також експерименти з раннього вивчення інструментів роботи з даними. Наприклад, у школах штату Вісконсин є приклад запровадження національ-

них програм Club Sports Analytics (як спортивні клуби приймають рішення на основі аналітики) у партнерстві з університетами та спортивними командами.



З чого починати курс програмування

У шкільних курсах інформатики використовується декілька мов програмування. Проте проаналізувавши існуючі методики, автор дійшов висновку, що це в основному традиційні курси програмування, орієнтовані на вивчення базових навичок. Проте бурхливий розвиток технологій (зокрема штучного інтелекту), як очікується, може скоро призвести до автоматизації стандартного програмування, і тому в майбутньому будуть потрібні в основному програмісти не рівня Junior, а системні архітектори, ті, хто вміє ставити задачі програмістам з базовими навичками. Для цього необхідно розвивати зокрема цілепокладання, алгоритмічне мислення, вміння аналізувати задачі та розбивати їх на підзадачі.

Тому в підручнику „Робототехніка та штучний інтелект” автор рекомендує до початку вивчення власне програмування роботів роз’яснити, що вимагається від роботів, як вони працюють на рівні алгоритмів.

Від робота, як правило, очікується, що він зможе діяти автономно. Автономія — це здатність приймати власні рішення та діяти відповідно до них.

Як це робить людина? Побачивши велодоріжку, ми не просто автоматично робимо крок в іншу сторону. Спочатку наш мозок приймає рішення, що нога має зробити саме такий крок, а потім через нервову систему передає імпульси м'язам, які й примусять ногу зробити цей крок.

У робота замість мозку та нервової системи діють так звані контроллери. Контроллери включають апаратне та/або програмне забезпечення, яке дає роботу можливість автономно приймати рішення за допомогою інформації від датчиків та іншої інформації. Саме так робот вирішує, яким буде його наступний крок.

Аналогічно працюють і програми спілкування природною (людською) мовою. Ось приклад. Коли на Світовому мобільному конгресі в Барселоні з автором заговорив знаменитий робот Пеппер («Перчик») компанії SoftBank, його вміння підтримувати розмову справді вразило. Це було ілюстрацією однієї з технологій майбутнього — Інтернету речей (тобто пристроїв, підключених до Інтернету). Робот виглядає як гуманоїд, але всередині працює програма, яка аналізує фрази, отримує дані з хмари для створення відповіді на них, а потім видає цю відповідь через мікрофон. Такі програми можуть навіть аналізувати настрій людини та реагувати відповідно до того, чи ви зараз радієте, дивуєтесь, сердитесь чи відчуваєте щось інше.

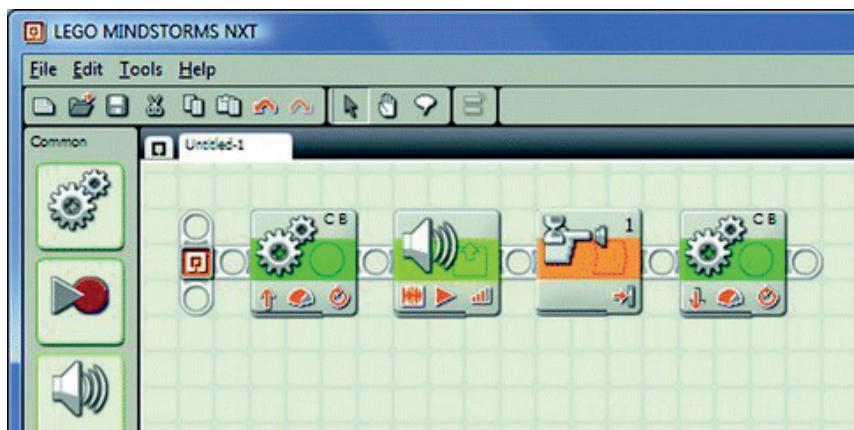
Щоб створювати такі складні програми, треба вміти аналізувати та моделювати дуже складні системи та процеси. Але щоб навчитися розуміти їх, треба починати з раннього віку знайомитися з принципами роботи автоматичних систем.

На першому етапі в цьому може допомогти візуальне програмування. Популярна мова Scratch використовує готові блоки-команди. Ці блоки схожі на цеглинки Лего. У середовищі Scratch ви не пишете програми, а збираєте їх у вигляді блоків, які складаються з «цеглинок» команд різного кольору. За допомогою комп'ютерної мишки ви перетягуєте у свою програму потрібні блоки та запускаєте програму, щоб перевірити, чи вона працює.

Наступні кроки. Програмування роботів LEGO

Якщо учні успішно засвоїли принципи створення алгоритмів, можна перейти до програмування роботів. Наприклад, дуже цікаво програмувати роботів LEGO, зокрема Lego Mindstorms. У четвертому класі можна спробувати написати перші програми для них, щоб у старших класах бути готовими до більш складних задач.

NXT можна під'єднати до комп'ютера, на який встановлюється середовище NXT-G. NXT-G — це графічна мова програмування, де програми створюються за допомогою



перетягування запропонованих блоків у робочу область програми. Коли ви напишете програму, вона передається у «мозок» робота, і за командою він починає її виконувати.

Так виглядає створення програми для роботів NXT у середовищі NXT-G на комп'ютері або планшеті.

Вступ до природничих наук, математики та логіки. Розмова з дітьми на уроках природознавства, математики та мови

Можливості людини та її організму зросли, і важливо вивчати науки, технології та інженерію на стику фізики, хімії та біології. А інколи природа сама підштовхує нас: коли я веду дітей до Ботанічного саду ім. академіка О. Фоміна, що поблизу станції метро „Університет”, я завжди показую їм (та й дорослим, бо мало хто знає), як, працюючи навіть на будівництві, можна зробити велике відкриття. На одній із плит, якими оздоблено нижній вестибюль станції, можна побачити окам'янілу раковину величезного равлика, який жив півмільярда років тому. Тобто ще до динозаврів. Ось такий вступ до уроку біології, який продовжується під час екскурсії. Але не тільки до біології. Раковина ілюструє „золотий переріз” Фібоначчі — якщо провести пряму лінію через її центр, починаючи з нього видно, що кожний новий ярус спіралі приблизно в 1,6 раза (число фі) більший за попередній. Принагідно розповідаю про числа Фібоначчі, що моделюють „золотий переріз” — 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21... та прошу знайти закономірність.

Проблема в тому, що наука й техніка майбутнього вимагають бурхливого розвитку уяви, але філософія та педа-

гогіка не встигають за природничими науками. (Згадаймо, як довго філософи не визнавали теорію відносності, неевклідову геометрію, навіть до формальної логіки ставилися прохолодно.) Одні автори вважають за краще міркування, інші — експерименти, але автори нечасто є корифеями в обох напрямках. Буває, що науково-популярна література містить чимало наукових „ляпів”. Тому, щоб уникнути таких „ляпів”, інколи вчені заради популяризації науки самі придумували казки для дітей, де по сфері повзають двовимірні істоти, або ж тривимірні істоти з’являються на світ шляхом нарізування величезної чотиривимірної «сосиски». На уроці можна обговорювати такі казки, а можна теми з життя — наприклад, запитати, що відчувають сіамські близнюки, що ділять між собою спільний організм, а потім пояснювати, які насправді можуть бути відчуття на основі аналізу біологічних процесів.

Ще одна проблема — у кожній науці своя термінологія, і часто одне й те саме поняття називається різними словами. Це заважає також інтегрованості STREAM-освіти. Ідеалом був би загальний науковий словник, а краще — ілюстрована наукова енциклопедія для дітей, але у відведених просторово-часових межах наведемо тут хоча б список основних понять, з якими їм необхідно ознайомитися. Діти мають знати принаймні важливі базові факти і зв’язки між ними, щоб ефективно справлятися з науковими та технологічними завданнями в майбутньому — а з технологіями так чи інак доведеться мати справу всім. Навіть більше, вже в середніх класах сучасним молодшим школярам доведеться працювати в лабораторіях з досить складним обладнанням, і до експериментів на ньому їм потрібно бути готовими. Принагідно зауважимо, що познайомитися

з цими знаннями потрібно й дорослим, у яких вони часто відсутні або є в неповній, уривчастій формі, що не дає їм грамотно користуватися сучасними технологіями.

Під час уроків у сучасній школі постійно виникає проблема, як привернути увагу та не втратити її, обговорюючи теми, які цікаві далеко не всім у класі. Тут треба поєднати потребу пояснити дітям те, що їм знадобиться в житті, з мистецтвом показати їм „тут і зараз”, чому їм це необхідно, прив’язати свою розповідь до потреб, які вони можуть зрозуміти на своєму рівні знань та розвитку. Досвідчені батьки вміють переконати дитину їсти кашу — так само досвідчені вчителі, використовуючи правильні слова, можуть переконати клас подумати над важливими речами.

Для роботи з науковими та технологічними завданнями в майбутньому учням важливо зрозуміти в дитинстві загальні закони логіки та математики, класифікацію наук та технологій, мову окремих наук, їх символи та передісторію, застосування наук в розробці технологій, можливості використання самих технологій. Звичайно, цей грандіозний масив знань будується поступово аж до вищої школи, аспірантури і т. д. Але саме в початковій школі виключно важливо закласти правильні основи.

Потрібно пояснити дітям, що в природничих науках набагато більше точно встановлених фактів, ніж в інших науках. Наш стиль життя, мова, суспільство та його норми розрізняються в різний час в різних країнах та залежать від наших бажань і емоцій, а зірки, планети, річки, кров у судинах, молекули, атоми, електрони рухаються за загальними законами. Щоправда, деякі закони відомі краще,

а деякі все ще приховані від нас. Але успіхи в одній сфері часто призводять до успіхів в іншій — наприклад, багато космічних технологій знайшли застосування і на Землі.

При цьому наука має здатися не мертвим «гербарієм», а живим деревом, яке дає повноцінне, комфортне життя всім нам.

Коли діти запитують «навіщо це знати», я кажу: коли мама чистить картоплю, ви теж питаєте «навіщо»? Ні, ви знаєте, що потім буде смачне пюре. Але ви ж не бачите пюре відразу. Так і тут — все відразу не поясниш, але потім у вас буде цікава робота і багато грошей. Те, що ви тут вчите, ви зможете застосувати де завгодно. Наприклад, зможете порахувати, чи правильно вам дали решту в магазині, або зможете купити дешевші приправи чи ліки, якщо зрозумієте, що вони такі самі всередині, як дорогі. Не завжди можна вірити всьому, що вам кажуть. Але як зрозуміти, коли вірити, а коли ні? У цьому допоможуть наші уроки.

Критичне мислення — основа наукового підходу

Цей розділ написано з використанням знань, отриманих під час співпраці з ЮНЕСКО, ЦЕРН, провідними університетами світу.

Що таке **науковий підхід**, або метод? По-перше, щоб вирішити поставлену перед нами задачу науково, потрібно знати, з чого почати, як її вирішувати і як перевірити, чи правильно ми її вирішили. Почати потрібно з визначення, до якої сфери (або сфер) знань відноситься задача — від цього залежить, які підходи вибрати для її вирішення. Якщо задача належить до тих, які вже вирішувалися в од-



ній з областей науки або техніки (назвемо такі завдання стандартними), ми зможемо не «винаходити велосипед», а використовувати вже випробувані методи. А вирішивши, завдання, потрібно перевірити правильність рішення — також з наукової точки зору.

Якщо задача стандартна, науковий підхід дозволяє точно вирішити її. Для цього потрібно зібрати всі доступні дані, потрібні для вирішення, а потім їх вивчити та зробити висновки. Уміння пройти шлях від експериментального рівня (те, що нам відомо з досвіду) через побудову гіпотез до висновків і перевірки їх правильності — дуже важливе вміння, яке в житті знадобиться значно частіше, ніж мож-

на собі уявити. Жодні упередження, переваги або навіть авторитетні думки (вчителів, батьків, старших) не змінять наукового рішення стандартної задачі — наприклад, того факту, що $1 + 1 = 2$, чи ми говоримо про атоми, яблука або про зірки. Однак можна зустріти твердження, що $1 + 1 = 10$. Помилка це чи ні? Залежить від того, що мається на увазі. Хтось посміється над цим начебто абсурдним твердженням. Але програміст швидше за все використає саме такий запис: $1 + 1 = 10$. І це не суперечить по суті попередньому твердженню, що $1 + 1 = 2$. Просто потрібно знати, що в комп'ютерній пам'яті інформація зберігається у вигляді нулів і одиниць (двійкова система числення), і число (саме число, а не цифра!) 2 записується в цьому випадку як 10.

Звичайно, в житті ми далеко не завжди точно вирішуємо навіть стандартні завдання. Часто нам вистачає приблизної відповіді, особливо коли у нас мало часу. У магазині замість складання цін 15 грн 68 коп. і 35 грн 40 коп. ми можемо відкинути копійки й підрахувати, що сума приблизно дорівнює 40 грн. Для оцінки наших витрат цього достатньо. Але якщо у нас є рівно 40 грн, на касі нам не вистачить грошей. Тому тільки після досвіду точного складання ми стаємо достатніми експертами, щоб знати, коли нас може влаштувати приблизна сума та як її прикинути в думці.

Проблема в тому, що діти, які спочатку запитують про все без перебору, часто натикаються на незадовільні, часто неадекватні відповіді дорослих і до кінця початкової школи, як правило, вже майже втрачають інтерес до прояснення незрозумілих для них речей. Зустрівши запис на зразок $1 + 1 = 10$, вони зазвичай зволіють промовчати й

жити далі з нерозумінням того, що це може означати, ніж зв'язуватися з дорослими, які ще більше їх заплутають, а можливо — і принизять, щоб приховати власне незнання.

Розчарування від такої освіти веде до формування викривленого світогляду. Якщо учневі доводиться самому робити висновки, які він/вона ні з ким не обговорює, він може почати вірити у що завгодно, наприклад прикмети. Щойно учень почує, що 13 — „погане” число і «перевірить» на своєму досвіді, що 13-го числа в школі ставлять погані оцінки, і ось він уже переконаний, що в цей «невдалий» день йому нічого «не світить», і навіть не готує домашнє завдання. У підсумку в цей день він знову отримує погану оцінку, й це остаточно «доводить» йому, що 13 — нещасливе число, і переконати в іншому буде вже практично неможливо.

Справжню STEM/STEAM/STREAM освіту тільки тоді вдасться втілити, коли і вчителі, і учні перестануть боятися здатися дурними, якщо не знають відповіді на питання. Учитель замість традиційної ролі «всезнайки» (яким він не може бути в наш час) і «обвинувача» має стати для учнів «тим, хто більше знає і має більше досвіду й може допомогти знайти відповідь на питання». Такий учитель викличе значно більше поваги в сучасних дітей, ніж якщо намагатиметься по-старому доводити, що «вчителю краще знати» і «не сперечайтесь з дорослими». Дискусія якраз необхідна, але в неї мають бути межі. Вчителю потрібно навчитися бути справедливим арбітром у таких суперечках.

Єдиний предмет «Природознавство», або «Земля та Космос», має закласти основу розуміння, що наука єдина,

а результати однієї науки застосовні в іншій. Іноді школяр каже: «Я хочу бути біологом, інші науки мене не цікавлять». Але щоб зрозуміти живий організм, потрібно розуміти і процеси, що відбуваються в ньому, а це неможливо без знання фізики та хімії. І навпаки, багато механізмів, апарати, матеріали були винайдені фізиками, хіміками, інженерами завдяки біоніці — порівняльному дослідженню живих організмів. Потрібно принаймні знати, у яких випадках доведеться звертатися за допомогою до вченого з іншої науки. Згодом у середніх і старших класах учні мають пам'ятати про це, а на спільних уроках з фізики, хімії, біології мати можливість продовжувати досліджувати взаємозв'язки наук. Це дуже важливо, оскільки біологія — це «місток» від фізики та хімії до соціальних наук. А зараз передній край науки — це біофізика, біохімія та інші «суміжні» науки.

При цьому їм необхідно засвоїти й обмеження застосовності наукових методів (наприклад, зараз неможливо точно спрогнозувати погоду на місяць, тому не слід вірити тим, хто «продає» нам такий прогноз як «точний»), і таке явище як псевдонаука (коли нічим не підтверджені висновки, схожі на наукові й написані «наукоподібною» мовою, видають за абсолютну істину). Крім того, наукові відкриття та винаходи можуть використовуватися для антинаукових цілей — наприклад, телебачення та Інтернет використовують для поширення дезінформації.

Учні мають засвоїти також те, що інші можуть їм намагатися нав'язати свою точку зору, яка може й не бути правильною. Якщо нав'язуються догми, які не можна обговорювати, а потрібно тільки зазубрювати, — таке нав-

чання може викликати тільки відторгнення й ненависть у мислячих учнів. Іноді вимагають використовувати визначений порядок множення. Безумовно, корисно знати, що для обчислення потрібної величини часто множиться кількість одиниць на параметр однієї одиниці, наприклад, час на швидкість або кількість ящиків на масу одного ящика. Але якщо вони перемножать величини не в тому порядку, який вимагав учитель, їм за це іноді знижують оцінку. Але не слід вважати помилкою зміну місць множників, оскільки добуток через неї не змінюється. Ця властивість множення (і складання) — комутативність — не має ставитись під сумнів.

А іноді науку — або псевдонаукові міркування — використовують для досягнення різних цілей, далеких від встановлення істини (приклади — від технологій масового знищення до недобросовісної реклами або «чорного піару»). Це також підриває довіру до науково-технічного прогресу. Саме тут може допомогти STEAM/STREAM — вивчаючи мистецтво, виховуючи почуття прекрасного, намагаючись створювати гармонію, відштовхуючись від емпатії як початкової точки для творчості, людина використовує знання в творчих цілях.

У молодших класах починає формуватися вміння аналізувати, сперечатися, доводити, розуміти різницю між правильними й неправильними твердженнями. І тут в рамках концепції STREAM дуже корисно, що один учитель викладає багато предметів. Адже на уроках мови, наприклад, він може показати, як синоніми й омоніми можуть призвести до плутанини в міркуваннях і до суперечок. Одне слово може мати кілька значень, а різні слова можуть означати

(майже) один і той же предмет. Наприклад, коли тато просить сина: «Принеси мені мій комп'ютер, який я залишив на столі», син може повернутися ні з чим і сказати, що там був тільки ноутбук. Через це вони можуть посперечатися, навіть посваритися. А вся річ у тому, що зараз діти зазвичай вважають, що слово «комп'ютер» не поширюється на портативну техніку. Вираз «портативний комп'ютер» уже майже не вживається, тому син просто не зрозумів батька. І замість того, щоб лаяти сина, що він «сліпий» або «поганий», потрібно було б просто пояснити, що ноутбук і портативний комп'ютер — синоніми. А notebook, «ноутбук», з англійської — «записна книжка» («блокнот»). Зараз ноутбук, як і блокнот, легко покласти в сумку. А колись навіть портативний комп'ютер важив так багато, що його рідко носили з собою. З цієї ситуації можна зробити висновки, що люди часто не розуміють один одного через незнання, і завжди варто перевірити, чи правильно тебе зрозуміли. Це хороший приклад, того, як знання особливостей людської мови й логіки може допомогти ефективно спілкуватися та взаємодіяти.

Якось я спитав ученицю, що таке фізика? Вона відповіла: «Це наука». Я запитав: «А хіба біологія — не наука?». Вона сказала: «Біологія — це як фізика, тільки для тварин». Я кажу: «А що робити з рослинами?». Вона: «Це ботаніка». — «А рослини живі?» — «Так». — «А хіба біологія не займається живими організмами?» — «Займається». — «Отже, і рослинами теж займається?» — «Так». — «Отже, ботаніка — частина біології. А як на твою думку, гриби теж вивчає ботаніка?» — «Так, гриби це теж рослини». — «Раніше так думали. А тепер вчені кажуть, що є рослини, є тварини, а є гриби і ще багато іншого. Гриби в чомусь схожі на рослини,

в чомусь на тварин. Не все так просто. Але поки можна зупинитись на тому, що біологія вивчає все живе: рослини, тварин, гриби та інші форми життя. Однак людина — теж жива істота. Біологія як наука вивчає й людей і може точно сказати, коли в тебе висока температура, тому що її можна поміряти. Але, наприклад, ти залишилася вдома з температурою. І ти відчуваєш сум. А може, щастя. Чи може наука дізнатись про те, що ти відчуваєш, якщо ти нікому не кажеш, не постиш своє сумне чи радісне фото в соцмережі, взагалі ніяк не показуєш, що ти відчуваєш? Можливо, наука й не дізнається про це. Але якщо тебе відвідають твої друзі та побачать твою посмішку, вони вирішать, що в тебе гарний настрій. Тому хоча в біології вивчаються всі живі істоти, вона може не все про них знати. Наприклад, настроями займається інша наука — психологія. І до речі, твої друзі бачать не твій настрій, а лише його наслідок — посмішку. А гарний настрій — причина посмішки. І побачивши наслідок, друзі здогадалися про причину. Тобто можна чогось не бачити, але за якимись ознаками виявити невидимі речі, такі як настрій. Або поміряти, як температуру. На тобі не написано, на скільки градусів твоя температура більше, ніж має бути. А ось на термометрі це точно видно, якщо поміряти. Але з посмішкою не все так просто, як з температурою. Не можна точно сказати, що якщо ти посміхаєшся, значить, у тебе гарний настрій. Можливо, ти просто ввічлива. Ось чому психологія — „неточна” наука. У ній часто немає таких точних інструментів, як термометр, щоб надійно виміряти, наприклад, наш настрій. Інколи несподівано виникає „гаряча” дискусія, і передбачити цю „температуру” дискусії буває неможливо.

Ось так можна „гратись” із визначеннями, закладати основу розуміння можливостей різних наук і причинно-наслідкових зв'язків. Нехай учні побачать на прикладах, що за кожним визначенням, кожним висновком стоїть розумова праця вчених багатьох поколінь.

На уроках мови потрібно пояснити, що ми найчастіше говоримо про те, що спостерігаємо — це різні об'єкти та їх властивості. Наприклад, вода може бути гарячою, бинт — еластичним. Є предмети, які практично не змінюються (наприклад, камінь), а є процеси (вогонь, дощ), які змінюються весь час, мають початок і кінець. Але якщо ми стверджуємо, що повітря на вулиці не просто холодне, а що його температура 5 градусів — ми вже говоримо про те, що самі не відчуваємо: для цього потрібен прилад — у цьому разі термометр. А ще потрібно визначити, що означає 5 градусів. У нашому випадку ми вважаємо, що 0 градусів — це коли вода замерзає, а 100 — коли кипить (це шкала Цельсія). Але у США це 32 і 212 градусів (шкала Фаренгейта). І тут можна пояснити, що є різниця між звичайними словами та науковими термінами. У житті ми говоримо, що за відчуттям температура висока або низька. Але, наприклад, у фізиці температура — це термін. І для будь-якого терміна має бути спосіб визначити те, що позначають цим терміном. У фізиці температуру завжди потрібно вимірювати точно.

Іноді діти не розуміють, як математика допоможе їм вижити. І зрозуміло, що не всі будуть продовжувати в житті займатися дослідженнями в конкретних науках, робити експерименти, як на шкільних уроках. Але вміння логічно міркувати, думати й діяти, застосовуючи науковий під-

хід, стануть у пригоді всім. Такі навички можуть навіть врятувати життя. Наприклад, вони потім зможуть розрахувати, чи вистачить їм палива в машині, щоб доїхати до найближчого міста. А якщо помиляться в розрахунку, вони можуть несподівано застрягти в безлюдному місці, де їх можуть обікрасти, вони можуть навіть загинути — в пустелі під сонцем від спеки або взимку в мороз від переохолодження. Інший приклад — знання можуть врятувати життя при пожежах. Що може призвести до пожежі? Навіть звичайний електричний шнур. Не всі знають, що електрику генерує багато тепла і проводка може спалахнути. А як швидко погасити вогонь? Знову ж таки, потрібно знати, що вогню потрібен кисень, тому якщо швидко накинути щільне покривало на предмет, який загорівся, це повинно погасити вогонь. Але не можна накидати, наприклад, синтетичний одяг — він сам легко загориться. Навіть якщо стояти біля плити в нейлоновій сорочці, вона може спалахнути. І, нарешті, якщо пожежа сильна, що збільшить шанси на виживання? Тут потрібно знати, що дим частіше вбиває, ніж вогонь. Якщо знати властивості диму — що він піднімається вгору й гірше проникає через мокру тканину — можна зробити висновок, що потрібно намочити тканину, прикрити нею ніс і рот і повзти до виходу по підлозі.

Є ще один важливий приклад. Можливе взаємне нерозуміння між представниками різних наук. Математики намагаються розрахувати прогноз погоди, наприклад, температури, за допомогою математичних функцій, вводячи дані про температуру в сусідніх країнах, про напрямок та силу вітру. Але звичайні жителі вже ма-

ють свій прогноз — вони знають, що в липні зазвичай жарко, а в лютому холодно. Якщо робити цей прогноз на наступний день, він зазвичай не такий точний, але якщо на місяць — може бути і більш точним, ніж перший. Насправді, тут немає протиріччя — наука працює і з даними дослідів, і з математичними обчисленнями. Дані попередніх років теж можна обробити математично, рахуючи середню температуру в лютому за минулі роки, і цей прогноз зазвичай точніше, ніж просто пам'ять окремої людини. І хоча математика та логіка як такі нічого не знають про погоду або ціни в магазині, вони нам допомагають: якщо в математичну формулу підставити дані, на основі загальних законів математики та логіки ми зможемо однаковим чином робити розрахунки й висновки майбутньої погоди або ціни та багато іншого. А для зручності використовуються різні символи, які зрозумілі всім, хто їх вивчав. Усі знають знаки $+$ $-$ $*$ $/$, і це дуже скорочує текст.

Такі аргументи можуть підвищити рейтинг хорошої освіти в очах учнів. Хтось скаже, що в майбутньому комп'ютер в автомобілі все це буде розраховувати сам. Але хтось має його запрограмувати, закласти в нього дані про відстань, паливо (або електрику), вантаж, що перевозиться та ін. Комп'ютери теж помиляються, тому що люди вводять в них неправильні дані.

Не варто думати, що всі ці міркування занадто складні для початкової школи. Навпаки, це вік, коли майже всі діти ще готові слухати вчителя, і основна частина отриманої інформації у них залишиться, нехай навіть розуміння прийде пізніше. Подивіться, які зараз є мультфільми,

у яких герої — професори та ін. Багато дітей цікавляться технікою, а в іграх уже самі управляють автомобілями на різних трасах. Узагалі, вчителю варто познайомитися зі світом мультфільмів і відеоігор, щоб говорити з сучасними дітьми їхньою мовою й відштовхуватися від знань, які вони отримують через ці канали.

Перед сучасним учителем стоїть завдання зробити освіту більш популярною — йому доводиться конкурувати з привабливими для молоді соцмережами та ін., у яких значно більше ресурсів для свого просування. Переважити може тільки аргумент необхідності для виживання. Крім того, потрібно відразу показувати, як використовувати інформацію, яку від учня вимагають засвоїти.

Але який-небудь учень може заявити: мені це все не потрібно, я не збираюся в пустелю, поставлю собі протипожежну сигналізацію й буду просто заробляти в соцмережах. Багатьом ця аргументація здається правильною, а перспектива привабливою, і можна втратити інтерес класу до навчання. Щоб виправити ситуацію, автор переносить словесний «бій» на поле «противника». Добре, ти будеш заробляти у соцмережах. А ти знаєш, як зірки Youtube і Instagram доходять до мільйонів переглядів? Вони математично вимірюють своїх підписників — що їм більше подобається, що вони більше хочуть побачити. Для цього використовують складні математичні розрахунки (статистику). Без математики в соцмережах багато не заробиш! А ще треба знати, що передплатники хочуть почути. Їм постійно потрібно розповідати щось нове. А як ти зможеш розповідати цікаво, якщо нічого не читаєш та в самого думок у голові немає? Навіть

щоб копіювати чийсь манеру цікаво розповідати, теж потрібно мати талант, який потрібно розвивати. Якщо залишатися такими, якими ви є зараз — багато не заробите. Потрібно розвиватися. А якщо зможете розповісти, як запрограмувати робота — це всім буде цікаво. Але для цього потрібно ще довго вчитися.

Звичайно, щоб вчити думати, вчитель сам має удосконалюватися. Є вчителі, які досягають значних результатів на олімпіадах та ін., стають «вчителями року», але насправді кожен учитель може бути лідером для своїх учнів, якщо він або вона може об'єктивно оцінювати і свої переваги, і ті сфери, де ще можна розвиватися. Учні також можуть допомогти вчителеві розвиватися. Наприклад, в сучасних судах суддя часто вже не має спеціальних знань у тонкощах справи й змушений поклатися на експерта у сфері технологій, фінансів тощо. Так само точно, якщо вчитель перебирає на себе роль модератора й справедливого арбітра, то він може вибрати надійних учнів, яким, наприклад, можна дати завдання вдома підготувати інформацію на якусь технічну тему, в якій кожна дитина зараз розбирається краще за дорослих, вибрати проєкт для роботи й потім представити результати та ін. А вчитель може вислухати та дати пораду, або навіть дати слово класу — які є пропозиції? Так вчитель зможе виступити в ролі експерта, продемонструвати свої переваги завдяки знанню предмета й організаторському вмінню, а учні покажуть свої сильні сторони, й усі будуть у вигащі.

Дітям у цьому віці важливо дати розуміння, як їм вчитися. Для цього їм потрібно зрозуміти, як ставитися до інфор-

мації, на що можна спиратися у своїх міркуваннях. Важливо визначити такі поняття, як факти та твердження. Деякі твердження можна довести, а деякі — ні. У STEM-предметах особливо багато фактів — доведених тверджень, тому їх дуже корисно знати та використовувати. Іноді ми спираємося й на недоведені твердження — у цьому разі важливо, щоб вони були засновані на надійному досвіді (багаторазово підтвердженому, бажано у всьому світі, й записаному в авторитетних джерелах, інакше це ненадійні твердження). Наприклад, ми приймаємо як факт таке твердження «кожній людині потрібна їжа й вода, щоб вижити». Якщо твердження — не доведені й ненадійні, не варто на них покладатися. Наприклад, якщо вам траплялися тільки емоційні або, навпаки, спокійні люди, народжені в певному місяці (або їх навіть так описують популярні сайти), не варто робити висновок про інших людей, народжених у тому ж місяці. Це міг бути простий збіг. Але якщо ви повірите, що вони саме такі й тільки такі, це перетвориться у ваш особистий «факт» і ви вже шукатимете ці риси в будь-якій людині, народженій в цьому місяці, та втратите можливість об'єктивно спостерігати та розмірковувати.

Звичайно, часто діти вже переконані в чомусь і їх буває важко переконати. Але вони можуть спробувати перемкнути обговорення саме на таку тему. Тоді, щоб не витратити час уроку, необхідно озвучити список тем, які потрібно розглянути на уроці, та поставити чіткі часові межі для обговорення кожної з них. Решта питань залишити на позаурочне обговорення. У житті ми теж не можемо весь час вирішувати тільки одне питання.

Логіка, аналіз та розуміння

Деякі кроки до більш глибокого рівня мислення вже робляться. Наприклад, у київському ліцеї № 171 вчать розмірковувати, викладаються основи логіки. Як повідомила автора Марія Макодзеба (одна з учителів математики), в ліцеї, крім поглибленого вивчення математики, для 3–4 класів проводиться логічний гурток. Цю практику варто було б розповсюдити на інші школи. Автор проводив окремі уроки логіки в київській школі № 36.

Проте автор вважає, що звичайного курсу логіки недостатньо. Є також питання прагматики, нечіткої логіки та багато інших питань, які ще чекають свого відображення в шкільних курсах. Окреслимо принаймні деякі з них.

Усе, що ми говоримо, можна проаналізувати з трьох точок зору: 1) за формою: чи правильно / чи можна так говорити? 2) за змістом: чи має це сенс? 3) з точки зору застосовності/корисності: чи дає це нам що-небудь?

Наприклад, ми поставили собі за мету зрозуміти, як створити дрон, який буде доставляти нам хліб прямо в школу, і шукаємо в інтернеті інформацію, яка нам допоможе. Наприклад, ми знаходимо твердження «Британські вчені довели, що у 2025 році всі товари будуть доставляти дрони». 1) Не вказано, які «британські вчені», — коли так пишуть, це викликає недовіру. 2) Навряд чи так швидко зроблять стільки потрібних дронів — це не схоже на правду. 3) Навіть якби це було так, ця інформація практично ніяк не може допомогти в нашій меті.

Звичайно, не все, що ми робимо, можна піддавати такому аналізу. Якщо ми створюємо картину або інший об'єкт

мистецтва, навряд чи нам можуть вказувати, наскільки правильною або корисною є наша творчість, а сенс вона має — щонайменше для нас самих. Але наука допоможе визначити стиль, вид і якість матеріалів, справжність картини, навіть можливих покупців.

Про літеру „А” в STREAM. Арт — мистецтво, архітектура та ін. — у поєднанні з природою

Ботанічний сад. Люди як листя

Ще один варіант — екскурсії, наприклад, ботанічний сад — це можливість побачити пейзажі з різних кінців світу (наочна географія). Це стає можливим завдяки як роботі вчених-ботаніків, так і декоративному мистецтву. А з точки зору екології — як він покращує якість повітря в загазованому центрі міста! А якщо піти до ботсаду восени — це **урок креативності та оригінальності від самої природи**: можна побачити, що листя як люди... Весь час фарбуються «як прийнято» — усі однаково. І лише в останню мить, коли вже немає сил, розуміють, що треба було не соромитися своєї справжньої природи. Добре хоч на мить змогли стати самі собою. Це урок того, що не треба боятись бути оригінальними. Треба знаходити свої кольори та відтінки — свої таланти — якомога раніше, розвивати та використовувати їх, а не чекати, поки вони втратять сенс, намагаючись бути «як усі». А ще це привід розповісти про **біохімічні** процеси з утворенням хлорофілу, екологічну роль рослин у послабленні парникового ефекту та ін. І, звичайно, дивлячись на листя, можна побачити як їх красу, так і симетрію, яка має важливе значення в математиці. Крім того, рослини — прекрасний матеріал для вивчення фракталів.

Будівництво: людина та природа

Таку STEAM-екскурсію можна організувати, навіть якщо просто підійти до старовинної церкви та подивитись на її стіни. Чому, наприклад, Софійська церква Ярослава Мудрого стоїть майже 1000 років? Замість цементу використовувались... курячі яйця! І хоча яйце, здавалося б, так легко розбити, його матеріал міцніший за цемент. Ось Берлінська стіна не простояла й 30 років — німці її зруйнували (можна подивитись на фрагмент біля посольства Німеччини). Але чи вдалося б це зробити так просто, якби вона була на основі яєць? А чому так довго стоять піраміди? А хто будує свої будинки в природі та з чого? (Бджоли, мурахи, птахи.)

Ілюзії чи фокуси?



Для раннього розвитку критичного мислення фокуси є дуже корисними. Це шанс подумати: чи ти справді щось бачиш, чуєш, торкаєшся, або ж твої органи чуття недосконалі й треба включати мозок. А таку магію, яку наш Великий маг Віталій (київська школа № 103) показував уже в 11 років, вміє демонструвати не кожний дорослий фокусник. Аудиторія не могла відірвати очей від магії, яка творилася перед ними всупереч законам фізики. Столи плавно піднімалися у повітря, монети телепортувалися, ложки гнулися силою погляду... Ось ілюстрація невагомості: важкий стіл силою «магії» літає в повітрі. Але діти, що вчать **фізику**, навіть у межах запропонованого курсу STREAM, не вірять у порушення закону гравітації та починають шукати відповіді у сфері **технологій**.

І в цьому ж контексті можна розповідати історію про Юрія Кондратюка, розрахунки якого використовували для планування польоту на Місяць, про що згадував сам Ніл Армстронг.

Пробудження інтересу до читання. Мовчазні книги

Для ілюстрації навіть найскладніших явищ можна використати мистецтво — найбільш універсальну «мову». Як приклад, можна використати проект SilentBooks — «Мовчазні книги» посольства Швейцарії в Україні. Вони призначені для навчання дітей мігрантів, які не розуміють мов країн, куди вони потрапили. Книги складаються з картинок, з яких можна дещо зрозуміти про культуру цих країн. «Мовчазні книги» допомагають долати бар'єри. Кожна людина, дитина, коли дивиться на цікаві ілюстрації, здатна створити свою версію історії, яку намагався

передати зображеннями художник. Усі версії мають право на існування, немає вірних чи невірних інтерпретацій картинок. І це блокує фактор страху та надихає на рівні підсвідомості поповнювати свій словниковий запас тією мовою, якою людина намагається навчитися спілкуватися (рідною або іноземною). Через такі книги можна пробудити також інтерес до книг та читання взагалі.

Дистанційне навчання

У початковій школі рекомендується переходити на дистанційне навчання тільки в крайніх випадках. Досвід США та інших країн показує, що після півтора року майже повністю дистанційного навчання деякі учні приходять в п'ятий клас з необхідною підготовкою з математики, інші ж практично не володіють програмою за 3–4 клас, і навчання таких груп стає проблемою. Доводиться «відсталу» частину класу навчати окремо, іноді об'єднуючи з такими самими групами з інших класів. Це навчання почалося зараз, у 2021–22 навчальному році, але є побоювання, що освоїти за п'ятий клас пропущену програму майже двох років і самого п'ятого класу навряд чи вдасться, особливо з математики, і пробіл у знаннях може мати довготривалі наслідки.

До яких потенційних проблем потрібно бути готовими під час переходу на дистанційне навчання? Серед проблем з дистанційним навчанням в американських школах називають:

— недостатній рівень цифровізації навчального процесу в цілому або окремих класних кімнат;

— пропуски в оцифрованому контенті (змісті) окремих предметів;

— недостатня готовність та/або вміння адаптуватися до дистанційного навчання з боку вчителів і учнів;

— недостатні навички незалежної роботи в учнів і слабкий контроль з боку батьків;

— додаткове навантаження — освоєння безлічі нових програмних пакетів, дистанційної передачі та перевірки завдань та ін.;

— зниження інтегрованості навчального процесу;

— зниження навичок нестандартного мислення та вміння ставити правильні питання;

— недостатня наочність віртуальних лабораторій.

Для STEAM/STREAM-освіти особливо важливе значення мають останні три пункти, хоча й інші можуть вплинути на якість навчання. З іншого боку, включення «R» та «A» до STEM має допомогти подолати проблему зниження навичок нестандартного мислення, зокрема, мистецтво «включає праву півкулю мозку» й сприяє візуалізації мислення, здатності до розпізнавання та розуміння.

Обговорення в групах

Багато із запропонованих тем можуть бути складними для розуміння з першого разу. Не варто ставити погані

оцінки, якщо діти не відразу засвоять, наприклад, різницю між різними силами. Часто допомагає обговорення в групах. Розділіть клас на групи по 3–4 людини. Нехай кожна група обговорить тему. Потрібно, щоб хоча б одна дитина в групі зрозуміла сенс сказаного та пояснила іншим. При такому обговоренні знання набувають емоційне забарвлення й краще засвоюються. А потім представник кожної групи має дати відповідь на ваші запитання. Одна група нехай відповість, що таке тертя, інша — гравітація, третя — інерція, четверта — протидія. А на наступному уроці вже будь-який учень має бути готовий відповісти на ці питання. Може допомогти стимул: «у нас зараз буде цікава тема — ми будемо винаходити механізм для вашого захисту. Але ми не можемо до неї перейти, поки ви не зрозумієте, як це робити. Для цього вам потрібно зрозуміти, як діють сили».

А потім у цих же групах можна займатися винаходами — групи вже будуть підготовлені до спільного обговорення.

Для початку ефективної роботи в групах допомагає обговорення теми, яка об'єднує актуальну тему, гумор і STEM-знання. Наприклад, автор обговорював з учнями таку історію: «Нещодавно мені попалася картинка, де соняшники сміються над людьми, які хочуть обов'язково запостити селфі з ними. Але художник в школі дещо не вивчив, і тепер над ним теж сміються. Давайте спробуємо зрозуміти, чому. Слухайте уважно. На зображенні один соняшник каже: «На дорозі знову машина зупинилася, хтось виходить». Інший відповідає: «Так, знову йде нас топтати, щоб зробити селфі». Третій: «І так щороку». Діти, чому соняшники не могли б так сказати, навіть якби вміли говорити?».

Було багато відповідей, поки одна дівчинка не здогадалася: «А хіба щороку не ростуть нові соняшники замість старих?» — «Правильно! Соняшник — це однорічна рослина. Це ж не дерево, яке росте багато років».

Дійсно, соняшник — однорічна рослина. Це просто факт, про який не всі знають. Або знали, але забули. Проте після цієї історії точно запам'ятають, що є рослини однорічні та багаторічні.

Як переконати дитину вчитися. Вживання, менталітет та емоційний інтелект

Від учителів початкових класів зараз залежить майбутнє країни більше, ніж від будь-кого. Автор багато разів спостерігав, як уже в 4–5 класах діти настільки цинічні, «прикуті» до екрану, що на них не діють ніякі аргументи. Так, вони можуть погоджуватися з чим завгодно, аби тільки від них відстали. До їх думок і сердець уже практично неможливо достукатися. Тому діяти необхідно ще в 1–2 класах. Пізніше для багатьох сучасних дітей дорослі вже не мають авторитету.

Як діяти? Автор знайомився з програмою у США. Вона досить сильно відрізняється від звичайної програми наших шкіл. Дітей спеціально вчать думати, поки це ще можливо.

Але й цього недостатньо. Автор проаналізував, як вчили в епоху великих досягнень — науково-технічної революції, щоб зрозуміти, як закладалося системне мислення. Проблема в тому, що зараз його доводиться формувати у дітей, які не мають звички читати. Цю важку задачу

доводиться вирішувати так: щоразу переформулювати простою мовою елементи наукового уявлення про світ, залучати образи з конкретного, предметного світу, щоб пояснити абстрактні поняття. Наступну главу автор писав, проаналізувавши записи тисяч уроків і окремих пояснень, які доводилося давати, щоб учень зрозумів сенс.

Мислення — трудомісткий, енергоємний процес, тому люди знаходять будь-який спосіб обійтися без зайвих роздумів. Згадаймо, яку майстерність діалогу виявляв Сократ, щоб стимулювати мислення.

Але розум сучасних дітей поглинений екраном. Наслідок — відома „кліповість” свідомості. Дитина привчається оперувати не цілісним знанням, не сформульованими думками, а малопов'язаними фрагментами знань, уривками постів у соцмережах, картинками, які часто не несуть смислового навантаження. Переконати таку дитину думати, вчити математику та інші науки — справжнє мистецтво. Звичайно, можна багато казати про те, що математика робить тебе більш організованою, критично мислячою людиною, вчить аргументувати, доводити свою точку зору, що знання хімії та біології протягом життя допомагатимуть берегти здоров'я, але ці цінності далеко не для всіх дітей звучать, як приваблива мета. Деяких може приваблювати краса математики, яка проявляється у фракталах, у „золотому розтині” та ін., особливо коли ми спостерігаємо їх у природі. В основному їх може змусити задуматися тільки питання виживання під час неминучої загрози життю, а також можливості заробляти, для деяких — прославитися.

У нинішній складній ситуації в Україні є одна перевага — діти бачать, як батькам доводиться весь час вирішувати на роботі та вдома складні завдання, з якими не стикаються в багатьох країнах. Це дає дітям розуміння, що наявність різних навичок дійсно допомагає в житті, особливо в нестандартних ситуаціях. З цього й можна починати навчання: коли дитина каже: «Навіщо мені ці знання й навички?», вчитель може відповісти: «Не можна вгадати, у яку ситуацію потрапиш, тому треба вміти думати та вчитися застосовувати знання на практиці, щоб не розгубитися та знайти вихід. Більшість людства вийшла з крайньої бідності не так давно, і все це — завдяки передовим технологіям, що виникли на основі науки. Якщо їх не знати — не зможеш ними скористатися й будеш бідним. А стандартний набір некваліфікованих професій (на які розраховують ті, хто „забив” на навчання) швидко стає непотрібним унаслідок розвитку тих же технологій».

Говорячи про «мистецтво» у STREAM, необхідно сказати ще про один момент, якщо ми хочемо досягти успіху. Зараз навіть багато дорослих, а тим паче підлітків, за рівнем розвитку — як діти. Ця властивість дуже заразна й передається новому поколінню, зокрема через Youtube і TikTok. Це «пост-постмодерн», у такому стані в людей немає цінностей, їм часто хочеться тільки одного — розважатися, сміятися, отримувати задоволення (насправді це тому, що глибоко всередині вони — кинуті, скривджені маленькі діти, яким нескінченно сумно, але вони цього практично не усвідомлюють). Вони дуже нестійкі емоційно, і щоб вони не виявилися втраченими назавжди, їм потрібен — все-таки про це потрібно говорити — «прикольний», трохи смішний вчитель. У школі необхідний хоча б один такий вчитель,

який зуміє почути їх потребу в «приколах» (насправді біль) і провести через найнебезпечніший і нестабільний вік. Без цього вони легко можуть впасти в один із варіантів «безодні», і навіть повести за собою інших (адже ззовні вони такі «прикольні»). Це особливе, непросте, але дуже необхідне мистецтво в сучасній освіті. Душа сучасної дитини — таємниця за сімома замками, і до неї часто доводиться шукати не один, а багато ключів. «Прикольно» — перший з них. Що це означає на практиці? Коли комусь здається смішним те, що ви невдало поставили якийсь дослід (або взагалі намагаєтеся працювати, коли на вулиці сонце й можна було просто піти погуляти), і весь клас почне сміятися з ним — його, звичайно, можна покарати. Але страху покарання надовго не вистачить. Краще показати, що ви як учитель і без цього впоруетесь з такою ситуацією. Можна на момент посміхнутися разом з ними, а потім сказати щось на кшталт «Так, прикольно, звичайно. А знаєте, що неприкольно? Голод. Хто не зможе знайти роботу — залишиться без грошей і буде голодним. А як влаштуватися на роботу, якщо нічого не вмієш? А я вам допомагаю, щоб ви вміли хоч щось. А міг/могла би просто попріколюватися з вами. А що, мені прикольно, мені гроші все одно платять. Це у вас потім з роботою буде важко».

А коли вони черговий раз запитають, навіщо їм знати те, що можна погуглити, можна пояснити, що знати мало, треба мати натреновані мізки, щоб у потрібний момент збагнути, як полагодити, наприклад, зламану машину. «Деякі, коли бачать автокатастрофу, не допомагають, а знімають відео і приколюються. А якщо ваш однокласник буде лагодити вашу машину й приколюватися, а ви потім на ній поїдете й перевернетесь, вам це буде прикольно?»

І на ЗНО теж буде пізно «гуглити» — наприклад, у 2021 готову модель у задачі № 8 змогли правильно використувати менше ніж 25% учнів.

Інколи допомагає використання влучних метафор, таких як „ефект метелика”: зараз зв'язки в суспільстві настільки складні й часто непомітні, що десь метелик помахав крилами — і скоро в іншій частині планети починається торнадо. Так і знання: дитина ніби небагато дізнається за день, але знання нарощуються, взаємодіють, і коли приходить час — з цими знаннями вона здатна на великі справи. Шанси в житті випадають багатьом, але тільки підготовлена людина зможе ними скористатися. Але тут також потрібна віра в себе, у свої можливості, готовність щось змінити у своєму житті.

Учитель повинен не тільки мати авторитет у дітей, а й бути непоганим актором. Діти відчують фальш, тому потрібно самому вірити в те, що говориш. Навіть саму правдиву правду потрібно вміти говорити не формально, як робот, а «по-справжньому», так, щоб вони повірили. І ваші фірмові «приколи», навіть якщо ви їх використовуєте вже в двадцятому або сотому з класів, які до вас потрапляють, не мають звучати затерто. Ви не можете дозволити собі втратити їхню довіру. Адже втративши її, ви ризикуєте долею цілого класу душ, які й так за один крок від того, щоб повірити відеоблогерам, що насправді світ — просто якась смішна, жалюгідна пародія.

Згідно зі світовим «індексом щастя», у нас занадто багато песимістів — навіть у набагато бідніших країнах люди більш оптимістичні. І українським дітям непросто до чогось прагнути в такому песимістичному середовищі.

Важко зосередитися на навчанні, коли щодня чуєш новини про війни й катастрофи. Але в тому й річ, що вижити в сучасному світі можуть саме оптимісти, у яких хороші технічні навички. Тому потрібно розвивати і логічний, і емоційний інтелект. У цьому може особливо ефективно допомогти STREAM. Дітям особливо допомагають бути оптимістами успішні проекти.

Серед батьків завжди є люди з технічними професіями. Попросіть їх розповісти в класі про найцікавіші завдання, які вони вирішують на роботі. Зрежисуйте їх виступ, щоб він став захоплюючим. Нехай вони підкажуть, які експерименти зробити в лабораторії, яку веб-сторінку можна зробити в якості шкільного проекту.

Кожен у своєму місті, селі може поліпшити життя навколо себе. У цьому насамперед можуть допомогти технології.

Одне із завдань, яке я люблю давати учням, — побудувати аничний міст, а потім поясню, що буває з мостами, коли їх будують або ремонтують, не знаючи математики та фізики. Про проблеми з мостами чули майже всі, й це допомагає показати важливість STEM-предметів. Річ у тім, що будь-хто, їдучи по мосту, не застрахований, що в цю мить міст не обвалиться. А коли підуть на пенсію нинішні інженери, може виявитись, що немає нових настільки ж грамотних інженерів, щоб ремонтувати наші мости та будувати нові.

Деякі особливості менталітету українців можуть як вичучати, так і заважати в житті. Зокрема, українці дуже часто приймають рішення інтуїтивно. В більшості випадків

(особливо при нестачі повної інформації) такий „евристичний” підхід може бути корисним. Це явище відоме в народі як „дурним везе”. Насправді — це не везіння, а підсвідомо правильне прийняття рішень, коли людина робить правильний вибір, але не усвідомлює, чому. Проте цей підхід може бути згубним — у тих ситуаціях, де інтуїтивне рішення не є вірним і потрібні точні знання. Один з прикладів — фінансова грамотність. У київській школі № 36 ми розбирали розрахунок відсотків на кредит у банку: „Якщо ви взяли кредит 1000 дол. США, і за договором маєте щорічно сплачувати банку 30 відсотків від боргу. Скільки треба заплатити через рік, щоб повністю розрахуватися?”. Майже всі сказали: „1300 доларів”. „Добре, а якщо ви не розрахувалися, скільки треба заплатити наступного року?”. Більшість сказала: „1600 доларів”. Деякі мовчали, розуміючи, що все надто просто. „Добре, хтось пояснить, чому не 1600, а 1690?” Далеко не відразу хтось піднімає руку: „Треба 1300 помножити на 130 відсотків”.

Математично ця задача нескладна, але в дитини має бути початкове знайомство з відсотками.

Проте не всі розуміють, що ці знання є необхідними. Людям може здаватись, що вони можуть ніколи в житті не використовувати математику за межами арифметичних дій. Але вони просто не знають, наскільки часто їм доведеться приймати рішення на основі більш складних розрахунків. Нерідко людина навіть не усвідомлює, що робить, і тому діє згубно для себе. Приклад — страхування автоцивільної відповідальності: воно дуже поширене в Україні, але в опитуванні Всесвітнього банку лише половина застрахованих відповіли, що використовують

фінансову послугу. Інші сказали, що жодних фінпослуг не використовували — не розуміючи, що страхування є фінпослугою. Чому це небезпечно? Тому що людина може стати жертвою шахраїв, які запропонують не вигідні умови або навіть взагалі невиконувану угоду, а клієнт не зрозуміє умов і в результаті не отримає послугу, на яку сподівається (наприклад, у страховій ситуації, коли гроші особливо необхідні, людина їх не зможе отримати). Який висновок? Треба пояснювати не тільки саму математику, але й типові ситуації, де вона необхідна в житті (страхування, кредити та ін.). На жаль, часто це доводиться пояснювати більше батькам (щоб не казали „навіщо мучити дитину цими формулами”), ніж самим дітям. Щоб батьки разом з дітьми розбирали математичні задачі, часто доводиться питати, чи є в них знайомі, які є боржниками за кредитом. В більшості є такі знайомі. Але доводиться пояснювати, чому виникла така ситуація: часто людина не розуміє, що вона мусить сплачувати набагато більші реальні відсотки за кредит, ніж та цифра, яку вона бачить у договорі. Не вміючи розрахувати, скільки вона повинна сплачувати щороку, людина потрапляє в „боргову яму”. Багато людей у відповідь на це каже, що тепер ніколи не будуть брати кредит. Доводиться пояснювати, що в житті бувають такі скрутні ситуації (лікування та ін.), коли все-таки кредит може виявитись єдиним порятунком.

Цікаво, що в тому самому дослідженні Всесвітнього банку більшість українців зазначили, що їм не вистачає доходів, і при цьому вони ж зізнавалися, що не мають гадки про загальні доходи та видатки свого сімейного бюджету та фінансово-математичні принципи його планування — тому й постійно опиняються перед фактом, коли

гроші закінчуються. І доводиться вести такі розмови на ці, здавалося б, далекі від навчання теми, просто щоб діти свідомо вивчали математику, а й батьки їм допомагали, розуміючи необхідність цих знань не тільки на словах, а на глибокому ментальному та емоційному рівні.

Звернемося до досліджень в Україні. Перед тестом навичок з фінансової математики ОЕСР 65% опитаних вважали свої знання задовільними (причому 20% навіть хорошими або відмінними). Проте в ході реального тесту лише 25% опитаних українців набрали «прохідний бал», який ОЕСР визначає на рівні п'яти правильних відповідей. Близько половини респондентів, на жаль, переоцінили свої фінансові навички. При цьому більшість українців (75%) переконані, що по досягненню пенсійного віку вони будуть жити за рахунок державної пенсії, тому не заощаджують на пенсію.

Таким чином, непопулярність та нерозуміння важливості математики й читання безпосередньо впливає на доходи населення.

Впровадження STREAM має допомогти подолати цю проблему.

Організаційні рекомендації

STREAM-лабораторії

Порівняно зі STEAM-лабораторіями, описаними в підручнику „STEAM-освіта в Україні”, для STREAM-лабораторій вимоги відрізняються. Учні початкових класів можуть привчаться використовувати різноманітні датчики (наприклад, температури, швидкості вітру та ін., як вказувалося вище). Але їм для навчання необхідно більше об’єктів реального світу, ніж у середній і старшій школі. Їм потрібна максимальна кількість розвиваючих ігор — настільні (ханойські башти ...), кубики Рубіка, набори Лего, щоб конструювати будь-які об’єкти — героїв казок, розумні будинки та ін. Автор давав завдання сконструювати з Лего моделі космічного корабля й космопорту, або зібрати машинку з підручних матеріалів. Якщо в школах недостатньо такого інвентарю, можливо організувати централізовані „лабораторії” такого ж спрямування, наприклад, у бібліотеках.

Якщо казати про електроніку — є, наприклад, ноутбуки з особливими характеристиками (їх практично неможливо розбити).

Якщо діти хочуть розробити та побудувати прототип „з нуля” або просто хочуть познайомитись із новими технологіями — їх варто заохотити, запропонувавши відвідати лабораторію під керівництвом учителя.

Типове обладнання сучасної лабораторії

- 3D-принтери

- 3D-ручки
- Лазерні різачки
- Вінілові різачки
- Комп'ютери та програмне забезпечення
- VR
- Фрезерний верстат
- Електроніка та робототехніка
- Швейні/вишивальні машини

Позашкільна освіта

У початковій школі, поки дітям все цікаво, необхідно відкрити їм безмежний Всесвіт знань і при цьому сформувати спостережливість та допитливість. Велике значення для цього має позашкільна освіта.

Великі напрацювання та практика STEM-навчання — в тому числі важливі приклади використання математики та моделювання в робототехніці — існують у STEM-школі Inventor (ці школи вже є практично у всій Україні). Більше інформації щодо робототехніки з досвіду автора див. у розділі „Робототехніка та штучний інтелект”.

Для підвищення інтересу до науки також дуже підходять екскурсії на науково-популярні заходи для дітей, де демонструються дивовижні фізичні та хімічні ефекти, біологічні процеси, робота винахідників та «нутроці» винаходів, рухаються роботи та дрони. Наприклад, діти

можуть брати участь у таких експериментах, як «Місто Професій» — це чудова нагода для групи, де кожний пробує себе в тих професіях, які йому/їй подобаються (і це може бути цікаво в плані початкового поділу «технарів»/«гуманітарії», хоча пізніше цей поділ може змінитися), а потім у груповому обговоренні представляє «свою» професію. І буває цікаво спостерігати динаміку розвитку дітей, наприклад, у медійних професіях. Крім того, багато школярів виступають не тільки як учасники, а й як організатори «Міста Професій» — зокрема машиністи київської Дитячої залізниці, й це дуже корисний досвід для інших дітей, які тільки мріють про майбутні професії.

Участь у хакатонах корисна тим, що там команди можуть включати дорослих і дітей різного віку, й діти мо-



жуть наочно побачити, як дорослі використовують знання та досвід для вирішення завдань хакатону, та посилено підключатися.

Прагнення до знань та творчості завжди підвищується в контексті таких надихаючих сфер, як авіація та особливо космос. Фігура, що об'єднувала учнів у космічних прагненнях — перший космонавт незалежної України Леонід Каденюк. Школа № 36 м. Києва продовжує його справу, а на батьківщині Каденюка у Чернівецькій області Тетяна Спориніна, Сергій Кізіма та інші освітяни також багато роблять для популяризації його ідей серед нових поколінь учнів. Велику роботу з популяризації аерокосмічної освіти ведуть і в інших містах — Дніпрі, Житомирі, Кропивницькому, Одесі, Харкові та ін.

В існуючих програмах та центрах STEM інколи достатньо невеликих зусиль для створення можливостей STREAM. Наприклад, у Чернівцях у Центрі науково-технічної творчості (Віталій Яценко) проводиться STEM-фестиваль. З усієї України приїздять діти, майструють ракети, машини з підручних матеріалів, але вставляють справжні мотори, й ці саморобні винаходи дійсно літають та їздять. Якщо вміння співробітників Центру, вчителів та учнів шкіл-учасниць поєднати з кращою матеріальною базою, можна отримати справжній STREAM-центр майбутнього, якщо до навчального плану додати, наприклад, урок **літератури**, де розглянути історію про те, як можна побудувати автомобіль „з нічого” з книги Ремарка «Три товариші» або іншу подібну літературу. А також задіяти кінематографічний гурток, який там уже існує.

Роль музеїв, бібліотек, ярмарків, батьків, спонсорських організацій

Для підвищення інтересу до читання, а також інших предметів STREAM корисно відвідувати бібліотеки та музеї, зокрема коли там проводяться відкриті уроки та інші заходи, цікаві для дітей.

Роль батьків дуже важлива. Інколи батьки можуть просто купити дітям роботів — це, звичайно, теж корисно, але батьки можуть бути значно більш різноманітним «ресурсом». Не тільки організувати екскурсію до свого цікавого підприємства, а й давати ідеї STREAM-проектів. А головне — підтримувати саму ідею, за змогою підключаючись до мозкового штурму, пошуку ресурсів та розв'язків. Можливо, вони стануть разом з учителями частиною великої «сім'ї», спільноти, яка буде дружити та допомагати одне одному вирішувати проблеми в межах тих самих STEAM-проектів.

Мережа випускників, як і батьки — це не тільки можливі спонсори. Це також невичерпне джерело ідей STEAM-проектів з реального життя, причому наближеного до школи.

З місцевих фондів (таких як проекти *Громадського бюджету* в Києві) можливо отримати фінансування лабораторій. Концепція проекту має враховувати вимоги до проекту, що подається на фінансування.

Дівчата та STREAM

Порівняно зі STEM-освітою, STEAM/STREAM є більш гнучким підходом і дає більше можливостей для залучення дівчат до програмування, робототехніки та інших стереотипно «чоловічих» сфер.



На хакатонах у моїх командах дівчата не менш активні, ніж хлопчики, — навпаки, я багато разів відзначав, з яким захопленням дівчата беруть участь у технологічних змаганнях. А організовуючи, наприклад, театралізовані вистави, вони допомагають розвивати креативність і хлопчикам-глядачам.

Навчання вчителів

У центрі уваги STREAM-програм та уроків — практичні завдання, де вчитель — наставник, а учень — не споживач, а замовник знань. ***Задача вчителя — бути більше в ролі спостерігача-консультанта, ніж традиційного вчителя, тобто організувати навчання так, щоб учні могли виконати основну роботу самостійно — і давати їм самим працювати, навіть якщо хочеться «влізти» в цей процес.***

Вимоги до розуміння основ математики у початковій школі є особливо важливими — як для учнів, так і для вчителів. Важливо не «вбити» інтерес до природничо-математичних знань такими діями, як зниження оцінок за «неправильний» порядок множення, враховуючи, що від зміни місць множників добуток не змінюється. Це необхідно врахувати в методичних рекомендаціях.

Відповідальність за освіту зараз розділена між центральною владою та регіонами. Міністерство абсолютно правильно пропонує вводити STEM/STEAM/STREAM. Фінансування освіти на місцевому рівні обмежена бюджетними можливостями. Знайти вчителя інформатики та STEM-предметів буває непросто. Тому STREAM має не тільки дати нові форми

розвитку STEM-знань і навичок учнів, а й дати вчителям інших предметів можливість розширити свої знання у сферах, які необхідні для майбутнього більшості учнів.

У кожній школі необхідно запровадити середньостроковий план впровадження STEM/STEAM/STREAM у школі та заручитися розумінням і підтримкою всіх або переважної більшості співробітників школи.

Зараз питання стоїть так: не «вчителі мають навчити учнів», а «вчителі та учні мають разом навчитися жити в новій реальності».

Впровадження STREAM має здійснюватися на всіх рівнях освіти — від дошкільної до вищої.

Подальші кроки

Концепція ST(R)EAM-освіти поки є новою й, безумовно, розвиватиметься далі. Серед напрямів розвитку, які можна передбачити вже зараз, можна назвати робототехніку та штучний інтелект, а також гейміфікацію освіти. Ви можете спробувати застосувати їх уже зараз на основі наступних рекомендацій.

Робототехніка та штучний інтелект

Робототехніку, як ми пам'ятаємо, часто додають як окрему літеру до сучасної ST(R)EAM-освіти. Включення робототехніки до навчального плану дасть учням змогу на цікавих прикладах застосувати свої знання шкільних предметів: математики — для розрахунків траєкторій руху роботів; фізики — для розуміння функцій датчиків світла, відстані та ін.; інформатики — для програмування роботів; технології — моделювання та конструювання роботів; світової літератури (з якої прийшло багато ідей та понять робототехніки, зокрема знамениті три закони Айзека Азімова), а також біології (зокрема принципів біоніки).

Урок варто почати з наступного:

«Хочете мати свого клона, щоб він ходив за вас до школи?».

Емоційне сприйняття/емпатія. Є **роботи**-гуманоїди IBM, які можуть піти за вас на ділову зустріч та розмовляти на необхідну тему. Такий робот може навіть повторити ваш танець рух за рухом! Але це не просто іграшка — він незамінний друг для дітей з аутизмом, допомагає їм спілкуватись та навчатися.

На **інформатиці** цікаво вказати на такі аспекти як збірвання та передача інформації у контролерах роботів LEGO та програмного управління роботом із комп'ютера.

І, звичайно, принципи **інженерії** (предмет «Технологія») застосовуються під час збирання роботів.



А потім можна взяти участь у популярних в Україні заходах — таких як STEM/STEAM-тижні або «ROBOfirst — більше ніж роботи» в «Українському домі», який у 2019 році був присвячений космічній тематиці.

І тут можна вказати на естетичні аспекти дизайну роботів, кольорове оформлення моделі. Крім того, це мис-

тецтво публічного виступу — у 2019 році ROBOfirst був присвячений космічній тематиці, й команда магістрів кубика Рубіка з космічної школи Корольова № 36 зацікавила багатьох. Вони продемонстрували свої здібності та відвідали презентації Лего-команд на теми MISSION MOON та INTO ORBIT з використанням роботів LEGO MINDSTORMS. А також вивчали телескопи та спілкувалися з собакою-психологом для космонавтів! (Див. «Робототехніка та штучний інтелект»).

Складаючи звіти про заходи, можна дати волю й фантазії — учні можуть написати **літературні** твори про роботів, міста майбутнього, видобуток копалин на інших планетах.

Робототехніка тісно пов'язана зі штучним інтелектом та з іграми. Ідеться не тільки про ігри роботів — такі як робофутбол, — а й навіть про управління ігровими пристроями силою власної думки. А ще роботи переграли людину не тільки в шахи, а й у найскладнішу гру Го. І тут варто згадати, що уява людини все-таки залишається тією сферою, де вона перевищує роботів. Наприклад, саме вигляд гри Го дав поштовх ідеї QR-кодів — тільки людська уява могла придумати таке.

А на Заході вже є термін «Лего-педагогіка», який походить з нової філософії навчання — *конструкціонізму* (С. Пейперт).

Щодо **математики**, розрахунки руху роботів можуть бути досить складні, тому цю задачу ми залишаємо для старших класів. Але багато інформації про роботів можна розповісти вже в початкових класах, підготувавши учнів до вирішення цих більш складних задач робототехніки.

Досвід гейміфікації освіти

Приклад з досвіду автора у київській школі № 36: було використано спосіб **гейміфікації** освіти на прикладі командного турніру з гри «Монополія». Ця гра використовується в міжнародній освітній практиці для популяризації STEM-предметів, але для цього проєкту методика була повністю оновлена. Перед проведенням учитель розповідає про те, як люди вкладають гроші в компанії, і фактично це доросла гра, у яку грають, використовуючи спеціальну науку — теорію ігор. Було використано варіант гри, який включає компанії з різних галузей: від харчування до авіакосмічної. Під час проведення вчитель може використовувати галузі економіки як приклади того, що STREAM-предмети роблять людей багатими: якщо ти знаєш біологію, можеш володіти мережами закладів харчування. Якщо хімію — нафтовими компаніями. Якщо фізику — виробниками смартфонів та автогігантами. А якщо математику — авіакосмічними компаніями, де складність розрахунків виключно висока. Крім того, для трьох останніх індустрій дизайн грає ключову роль, тому важливо вивчати мистецтво. А для розуміння, у що вкладаються гроші та який прибуток це дає, доводиться читати звіти та іншу інформацію, тому важливо мати навички читати та аналізувати прочитане.

З точки зору математики це гарний приклад порівняння прибутку при різних стратегіях: якщо ти притримуєш гроші, вони не приносять прибутку, а якщо інвестуєш — твої монополії повертають інвестовані гроші. Можна розглядати, що вигідніше — купувати дешеві компанії чи

дорогі (це залежить від того, коротка гра чи довга). Може бути, що гра закінчується нічиєю — у двох дітей може бути однакова вартість придбаних компаній.

У цій грі, як і в житті, компанії з високими технологіями — найдорожчі. Тут варто обговорити причини та майбутні тенденції, зокрема затребуваність професії інженера. Результат — діти під час гри вчаться більш обґрунтовано приймати рішення про інвестиції, а також бачать, наскільки в таких іграх — як і в житті — все часто відбувається випадково. Чому такі «інвестиційні ігри» часто затягують деяких людей, як виникає необґрунтований азарт та чому ігromанія як хвороба часто закінчується банкрутством. І взагалі, чому покладатися на випадок — це не найкращий спосіб інвестувати свої реальні гроші, особливо якщо в тебе їх мало.

А людина з математичним розумом планує на десятки років наперед і не стане спокушатись на ризики заради моментального прибутку, який здасться дрібним порівняно з вигодами стабільного, заможного життя.

STREAM та патріотичне виховання

У межах цього курсу діти пробували себе в ролі винахідників. А ще вони робили рекламу свого населеного пункту/району, шукаючи, чим він привабливий для туристів, чим можна пишатися. А чи вони пишаються своєю країною? Інноваційний розвиток — це основа, на якій має будуватись сучасна держава. Сьогодні з урахуванням нестачі кадрів можна почути: «Якщо ти патріот, ставай інженером, технарем, винахідником!». Але Україна має

виключно багато прикладів власних геніїв у цих сферах, і практично все населення України позитивно сприймає таких українських героїв — конструкторів, учених — як Корольов, Сікорський, Кондратюк (авіакосмічна галузь), Глушков (кібернетика) та інші. Про них треба розповідати молоді, щоб юні українці пишалися ними та рівнялися на них. Проте це ще тільки початок. На щорічному міжнародному форумі винахідників Innovation Market у Києві автор розповідав школярам з усіх куточків України про героїв видання Legacy Ukraine: IT and Innovation, які прославилися у сферах високих технологій. І хоча в залі зібралися юні винахідники, мало хто знав, що мобільний телефон та Wi-Fi, жорсткий диск та комп'ютери Apple — винаходи людей, які мають українське коріння: це Мартін Купер, Хеді Ламарр, Любомир Романків, Стів Возняк. І нашу молодь надихає приклад великих людей, яких дала наша земля.

І виконання завдань типу „Стань винахідником” — це крок саме в цьому напрямі. Діти отримують задоволення від побудованого власними руками винаходу. І як казав великий Макаренко: „Тут проходить цікава лінія: від примітивного задоволення якимось пряником до найглибшого відчуття обов'язку”.

Але найбільш надихає учнів можливість спілкування з великими винахідниками. Тому ми навіть влаштували телеконференцію з винахідником стільникового зв'язку Мартіном Купером.

Аналогічний процес уже відбувається в шкільній освіті. Візьмемо хоча б аерокосмічну галузь, де спостерігається



особливо гострий дефіцит випускників інженерних спеціальностей. Варто згадати всеукраїнську дослідно-експериментальну роботу «Формування національно-патріотичної самосвідомості учнів засобами аерокосмічної освіти» на базі київської ЗОШ № 36 ім. С. П. Корольова, який нещодавно завершився створенням низки програм, схвалених МОН України. Його позитивно сприйняла переважна більшість учителів, батьків, учнів. Ось що писала у 2017 році заступник директора Олена Агеєва, координатор науково-дослідної роботи, відповідальна за експеримент у школі:

«Педагогічна практика засвідчує, що у змісті патріотичного виховання наявні серйозні суперечності між потребами суспільства та можливостями школи, сім'ї. Крім цього, недостатньо впроваджують нові, інноваційні форми й методи формування особистості, патріотичних почуттів учнів.

Ефективним у створенні новаторського освітнього середовища є застосування досягнень аерокосмічної галузі, що спирається на історично зумовлені традиції та досягнення аеронавтики минулого та аерокосмічної галузі України сьогодення як засобу підвищення мотивації до навчання. Багато українців причетні до розвитку ракетобудування та космонавтики. Серед них — М. Янгель, С. Корольов, В. Глушко, Ю. Кондратюк. У космосі побували майже два десятки космонавтів — вихідців з України. Ми пишаємося ними: першим космонавтом незалежної України Леонідом Каденюком і одним із перших космонавтів планети українцем Павлом Поповичем.

Україна є однією з небагатьох держав, що мають замкнений цикл виробництва об'єктів ракетно-космічної техніки. У нашій державі зосереджено значний науковий потенціал, великі виробничі потужності, що дає змогу вважати Україну передовою космічною державою.

Уже сьогодні, коли підприємства національного ракетно-космічного комплексу беруть участь у реалізації багатьох міжнародних космічних проєктів, значною проблемою є нестача високоосвічених фахівців, молодих учених, проєктантів і технологів, здатних своїми досягненнями та відкриттями сприяти справжньому інтелектуальному та технологічному прориву нашої країни.

Педагогічний колектив школи I-III ступенів № 36 ім. С. П. Корольова визначив пріоритет аерокосмічної освіти як засіб мотивації учнів до навчання. Це передбачає посилення освітньої підготовки учнів, зокрема на основі:

а) збагачення програм навчальних предметів, наповнення їхнього змісту питаннями аерокосмічного характеру;

б) поглиблення знань учнів із предметів природничо-математичного циклу;

в) введення нових програм факультативів, курсів за вибором;

г) створення оновленого освітнього середовища».

Сьогодні це стало виключно актуальним — до дефіциту IT-спеціалістів додалася нестача випускників інженерних спеціальностей, і створення відповідних освітніх програм підготовки інженерів вимагає уже особисто Президент України.

Що далі?

На першому етапі запровадження не варто робити жорстких меж та не виставляти оцінки саме за STREAM. Це експеримент, за підсумками якого потрібні звіти, їх треба проаналізувати та виробити українські стандарти. А поки — оцінювати вплив на вивчення базових предметів. Чи покращилися їх знання? Це й буде один з найголовніших результатів STREAM.

На сторінці будуть відображатись події, які стосуються цього посібника.



Автор висловлює глибоку вдячність за допомогу в підготовці цих методичних рекомендацій колективу школи № 36 ім. С. П. Корольова — директору Сергію Феценку, його заступниці Олені Агеєвій та всім учителям, які надали допомогу у проведенні практичних вправ з цієї методології.

І дякую всім читачам, які дочитали до кінця! Україна має будувати суспільство майбутнього, але для цього потрібні скоординовані зусилля ключових гравців — самої науки, держави, бізнесу та всього суспільства.

Література та корисні посилання

1. OECD. Programme for International Student Assessment. — Електронний ресурс: <https://www.oecd.org/pisa>
2. Вакарін С. STEAM-освіта майбутнього в Україні. Теорія та практика. — Київ: Саміт-книга, 2021.
3. Всесвітній економічний форум. Давос, 2018. Електронний ресурс: <https://www.weforum.org/agenda/2018/06/the-3-skill-sets-workers-need-to-develop-between-now-and-2030/>
4. Карузо, Девід та Пітер Саловей. Емоційний інтелект керівника. — Київ: Саміт-книга, 2016.
5. Вакарін С. Робототехніка та штучний інтелект. — Київ: Саміт-книга, 2021.
6. Vakarin, Sergiy. Evaluation of national georeferencing frameworks: roles in the development and experience of developed countries. М. А. Dissertation. Manchester: University of Manchester, 2001. — С. 59.
7. Патент 90764. Україна, МПК(2009) G06F17/30, G06F7/00, G06F12/00. Спосіб пошуку інформаційних об'єктів та система для його здійснення / Вакарін Сергій Ігорович, Небилиця Віталій Миколайович. — № а200806361; заявл. 13.05.2008; опубл. 25.11.2009, бюл. № 22.

8. Донченко Р. Гра Fortnite фактично стала новою соціальною мережею. Цікавий погляд на комп'ютерні ігри. — Електронний ресурс: <https://ukrreporter.com.ua/tehnologiyi/gra-fortnite-faktychno-stala-novoyu-sotsialnoyu-merezheyu-tsikavyj-poglyad-na-komp-yuterni-igry.html>
9. Фещенко С., Агєєва О. Шкільний музей історії та розвитку космонавтики — центр навчальної, науково-дослідницької та виховної роботи в школі. — Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком, № 21–22 (43), 2015. — Київ: ПА «Освіта України».
10. STEM High School Students Use Monopoly as a Learning Tool. — James Hines Administration Center. — Електронний ресурс: <https://www.esbooces.org/site/default.aspx?PageType=3&DomainID=4&ModuleInstanceID=9&ViewID=047E6BE3-6D87-4130-8424-D8E4E9ED6C2A&RenderLoc=0&FlexDataID=4492&PageID=1>
11. Esttone, Sasha. LEGACY UKRAINE. IT and Innovation. — Київ: Саміт-книга, 2019.
12. Макаренко А. С. Избранные произведения: в 3-х т. — Київ: Радянська школа, 1983. — Т. 1: Педагогическая поэма.
13. Таранік-Ткачук К. Формування національно-патріотичної самосвідомості учнів засобами аерокосмічної освіти в умовах Нової української школи // Рідна школа, 2017. — № 5–6.
14. Агєєва О. Організаційні та науково-методичні засади національно-патріотичного виховання уч-

нів засобами аерокосмічної освіти // Рідна школа, 2017. — № 5–6 (травень–червень).

^{15.} Вакарін С. Події UkraineIS: високі технології, освіта та ін. // Електронний ресурс: <https://www.facebook.com/ukraineinformationsociety>

Навчальне видання

НОВА УКРАЇНСЬКА ШКОЛА:
ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ STREAM-ОСВІТИ
В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Навчально-методичний посібник

Вакарін Сергій Ігорович

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено**

Редактор Алла Долгая

Дизайн та верстка блоку Марія Ротарчук

Дизайн та верстка обкладинки Олексій Біленко

Відповідальна за випуск Юлія Запорожченко

Директор з друку Андрій Бодейчук

Директор видавництва Іван Степурін

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 8,37.

Наклад 38 832 примірники.

Видавець і виготовлювач ТОВ «Видавництво «Саміт-книга».

04053, м. Київ, вул. Обсерваторна, 25.

www.sbook.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5335 від 20.04.2017.