

РОБОТОТЕХНІКА ЯК НАПРЯМОК STEM-ОСВІТИ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З МАТЕМАТИКОЮ

***Анотація.** STEM-освіта забезпечує включення в освітній процес спеціально організованої діяльності учнів. Цей механізм компетентнісного підходу добре моделюється впровадженням курсу робототехніки в освітній процес. У статті описується, як завдяки запровадженню міжпредметного курсу робототехніки можна підвищити рівень сформованості математичних компетентностей школярів.*

***Ключові слова:** STEM-освіта, робототехніка, Lego, математика.*

***Abstract.** STEM-education provides inclusion in the educational process of specially organized activities of pupils. This mechanism of competence approach is well simulated by the introduction of the course of robotics in the educational process. The article describes how the interdisciplinary course of robotics can increase the level of mathematical competence.*

***Keywords:** STEM-education, robotics, Lego, mathematics.*

Постановка проблеми. У сучасному суспільстві затребувана гармонійно розвинена особистість людини, яка здатна самостійно ставити навчально-виховні цілі, проектувати шляхи їх реалізації, контролювати і оцінювати власні результати та досягнення, працювати з різними джерелами та оцінювати їх. Сучасна освіта повинна відповідати цілям випереджального розвитку особистості дитини, що передбачає вивчення нових технологій в контексті діяльнісного підходу.

Стрімкий розвиток ІТ-галузі, робототехніки, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях. Виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх учнів та студентів технічним дисциплінам: математики, фізики, інженерії, програмування. Впровадження STEM-освіти сприятиме задоволенню запиту суспільства на висококваліфікованих інженерно-технічних працівників; професій, пов'язаних з біо- й нанотехнологіями, необхідність в яких останнім часом постійно зростає. Спрямувати теперішніх учнів на вибір інженерно-технічних професій та підготувати висококваліфікованих фахівців можна запроваджуючи елементи STEM-освіти у навчанні математики, реалізуючи

міжпредметні зв'язки математики з іншими STEM-дисциплінами, насамперед, з фізикою та інформатикою. Впровадження STEM-освіти включає, зокрема, підготовку вчителів, які усвідомлюють свою соціальну відповідальність, постійно дбають про особистісне і професійне зростання, вміють досягти нових педагогічних цілей.

Аналіз актуальних досліджень. Робототехніку як напрям STEM-освіти досліджували О. О. Гриб'юк [1], М. В. Лазарев [3], О. М. Кривонос [2] та ін. Добірку майстер-класів та пізнавальних YouTube-каналів з ідеями для STEM-проектів, серед яких є ідеї з вивчення фізики і робототехніки, пропонує Д. Покришень [5] на сайті для розвитку творчої дитини.

Відповідно до «Проекту Концепції STEM-освіти в Україні» [6], до основних принципів впровадження STEM-освіти в Україні можна віднести особистісний підхід, що орієнтує на врахування вікових, індивідуальних особливостей учнів, наявних інтересів, нахилів; постійне оновлення змісту відповідно до розвитку науки та технології; цілісності, що передбачає створення цілісної національної системи впровадження STEM-освіти як складової єдиного освітнього простору України; спрямованість на підвищення конкурентноздатності людського потенціалу держави; формування продуктивної мотивації учасників STEM-процесу до здійснення науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва, участі у різноманітних конкурсах та фестивалях.

Робототехніка як прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем, є одним з перспективних напрямів в галузі інформаційних технологій. Фундаментом для робототехніки слугують електроніка, механіка та програмування. Більшість сучасних технічних галузей неможливо уявити без використання роботизованих систем виробництва. В свою чергу, розвиток таких галузей виробництва потребує підготовки кваліфікованих фахівців. Це, безумовно, ставить нові завдання перед сучасною системою освіти. Саме тому робототехніка стала одним з найпопулярніших напрямів позакласної освіти учнів. Освітній

потенціал робототехніки, як напрям STEM-освіти, надзвичайно високий. Проте в даний час STEM-освіта, що реалізується в українських школах, представлена у формі факультативів і гуртків [2].

З початку цього століття LEGO MINDSTORMS Education є лідером в навчанні предметів групи STEM (наука, техніка, конструювання і математика), надихаючи користувачів на цікаве і практичне навчання. Поєднання принципів конструювання LEGO і технології LEGO MINDSTORMS Education EV3 тепер відкриває ще більше можливостей для ознайомлення з робототехнікою, навчання принципам програмування і навчання фізики та математики [4].

Висвітлюючи доцільність використання обчислювальної геометрії у плануванні STEM-проектів, вчитель математики Дніпровського ліцею інформаційних технологій при ДНУ ім. О. Гончара Олена Сотніченко наводить низку задач та ідей, пропонує обговорення алгоритмів дій [7].

Мета статті полягає в розкритті особливостей використання математики у навчанні робототехніки.

Виклад основного матеріалу. STEM-освіта (англійською – Science, Technology, Engineering, Math, що в перекладі означає науку, технології, інженерію та математику) – це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує учнів та студентів до успішного працевлаштування, до освіти після школи та ВНЗ, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Хоча єдиного розуміння поняття «STEM-освіта» немає, та скрізь освітяни єдині в тому, що така система освіти навчає жити в реальному швидкозмінному світі, вміти реагувати на зміни, критично мислити, вирішувати проблеми, приймати новаторські рішення і бути розвинутою творчою особистістю, що володіє технічною грамотністю.

Одним із напрямів розвитку STEM-освіти є робототехніка. Робототехніка – галузь техніки, пов'язана з розробленням і застосуванням роботів, а також комп'ютерних систем для управління ними, сенсорного

зворотного зв'язку та коректного опрацювання даних. Як зазначає О. О. Гриб'юк, введення елементів робототехніки в шкільні предмети сприяє підвищенню мотивації та інтересу учнів, урізноманітнює навчальну діяльність, в тому числі із використанням активних групових методів навчання, допомагає вирішувати завдання практичної спрямованості [1].

Робототехніка в освіті – це міждисциплінарні заняття, що інтегрують у собі науку, технологію, інженерну справу, математику (STEM), засновані на активному навчанні учнів. Навички та здібності, що розвиваються: дрібна моторика; знання основ механіки, математики та програмування; вміння працювати в команді; розвиток логічного та технічного мислення; розвиток аналітичних здібностей; розуміння точних наук; моделювання, конструювання, програмування прототипів роботів, що можуть знайти своє застосування в таких сферах як логістика, автомобілебудування, будівництво тощо; вміння аналізувати отримані дані та приймати рішення.

Уроки робототехніки – це, перш за все, командна робота, де діти працюють у парах: збирають робота, пишуть програму. Робота в парах дає учням час обдумати, обмінятися ідеями з партнером і лише потім втілити їх в життя. Командна робота сприяє розвитку навичок спілкування, вміння висловлюватися, критичного мислення, вміння переконувати й вести дискусію. А також ця форма роботи дозволяє учням набути навичок співробітництва, оволодіти вміннями висловлюватися та активно слухати. Дані навички дуже необхідні в сучасному житті.

LEGO (від Leg-godt– «грай добре») – це серії конструктора, що представляють собою набори деталей (кольорових блоків, коліс та інших) для збирання і моделювання різноманітних предметів, за допомогою яких можна скласти будь-які речі. Зокрема, конструктор LEGO використовують для навчання робототехніці.

Використання конструктора LEGO на уроках дозволить зробити сучасну школу конкурентоспроможною. А сам урок по-справжньому ефективним і продуктивним для всіх учасників освітнього процесу.

Наприклад, конструктор LEGO можна використовувати в 5 класі при вивченні теми «Дробові числа та дії з ними» (рис.1). В ігровій формі, тримаючи деталі в руках, переставляючи їх, учні швидше навчаться порівнювати, додавати та віднімати дроби.

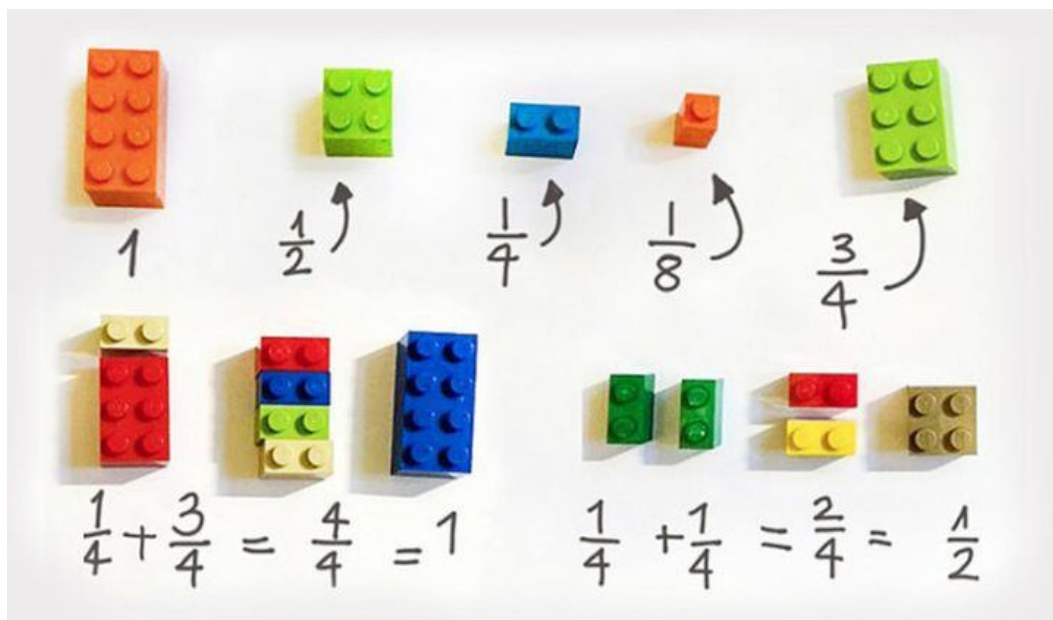


Рис. 1. Приклад застосування конструктора LEGO у навчанні дробів

Учні краще розуміють навчальний матеріал, коли вони що-небудь самостійно створюють або винаходять. Під час проведення занять з робототехніки цей факт повсюдно використовується з врахуванням численних перспектив подальшого розвитку. З використанням роботів та робототехнічних платформ створюють моделі автоматизованих пристроїв.

Програмування реального робота допомагає візуалізувати закони математики не лише на сторінках підручника, а в навколишньому світі. Програмування роботів дозволяє без зусиль організувати міжпредметні зв'язки інформатики з предметами природничо-математичного циклу та ін. Наприклад, у програмному забезпеченні LegoMindstorms EV3 (це комплект робототехніки третього покоління в лінії MindstormsLego) є цілий блок присвячений математиці, він називається «Операції з даними». Даний блок включає в себе такі підрозділи: змінна, константа, операції над масивом, логічні операції, математика, округлення, порівняння, діапазон (інтервал), текст, випадкове значення. Розглянемо декілька підрозділів детальніше.

Змінна – зчитує або записує текст, числові та логічні значення, числовий та логічний масиви. Використовують змінну для зберігання числа обертів, які повинні зробити мотори приводної платформи. Математика – блок для додавання, віднімання, ділення, множення, добування кореня квадратного, піднесення до степеня. Можна використати математичний блок для розрахунку швидкості приводної платформи. Порівняння – для порівняння чисел, кольорів тощо. Наприклад, можна використати датчик кольору для ввімкнення моторів приводної платформи при виявленні певних кольорів, тобто порівняння кольору даного предмету з вказаним кольором. Діапазон/інтервал – вибір діапазону в межах або за межами. Наприклад, використати ультразвуковий датчик для переміщення приводної платформи вперед при знаходженні предмету в зазначеному діапазоні. Текст – для виводу на екран. Наприклад, відкривши показання датчика в режимі реального часу і об'єднавши з текстом, можна отримати на екрані відстань до реального предмету.

Випадкове значення – для отримання випадкового числа. Можна використовувати блок випадкових значень для переміщення приводної платформи з випадково обраною швидкістю у випадковому напрямі.

Перш ніж використовувати програмне забезпечення, учні будують робота. При побудові учнями використовується симетрія. Побудувавши один елемент робота, швидко створюють йому симетричний. Доцільно учням дати завдання провести дослідження по визначенню осі симетрії у робота та її ролі в підтримці балансу. Перевага такої роботи полягає в тому, що учень знаходиться не в віртуальному просторі, а може відчувати і бачити математичне перетворення, якому навчається.

Під час уроку з робототехніки учні практично застосовують теоретичні знання, отримують можливість застосувати шкільні знання з математики на практиці і краще розуміють значення відсотків, синусів тощо. Теоретичні обчислення з численними припущеннями і заокругленнями суттєво відрізняються від того, що відбувається в

реальності. Йдеться про обґрунтовані шляхи щодо необхідності проведення експерименту в навчальному закладі – своєрідного фундаменту будь-якого науковця та інженера. Наприклад, можна учням запропонувати таке завдання: розрахувати число обертів колеса, необхідне для переміщення робота вперед на 88 см. Для розв’язування даного завдання учень спочатку повинен розрахувати, скільки проїде робот за один оберт колеса, скориставшись формулою довжини кола $C = \pi d$, де d – діаметр кола. Вимірявши діаметр кола, тобто колеса, отримуємо 56 мм, отже, за один оберт робот проїде 176 мм, а 88 см – за 5 обертів.

Доречно буде учням задати подібне завдання: розрахуйте на скільки градусів повинні повернутися колеса для переміщення робота вперед на 88 см. З’ясувавши, що при повороті коліс на 360° робот проїде 176 мм і наочно перевіривши, учні отримають відповідь – на 1800° повинні повернутися колеса для переміщення робота вперед на 88 см.

Також учням можна запропонувати позмагатися, давши їм одну спробу для переміщення своїх роботів на задану відстань. Хто виявиться ближче всіх до фінішної смуги, той переможе.

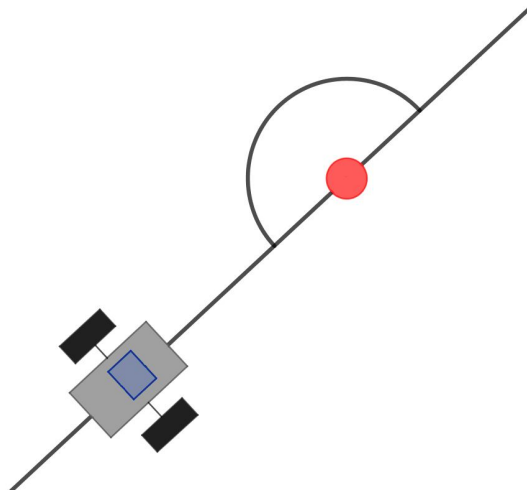


Рис. 2 Об’їзд перешкоди по колу

Можна придумати безліч завдань з програмування робота, використовуючи математичні знання. Наприклад, задати таку швидкість мотору, щоб робот об’їхав перешкоду по колу (рис. 2).

Для виконання цього завдання необхідно спочатку виміряти відстань

між центрами коліс, адже у кожного робота вона різна.

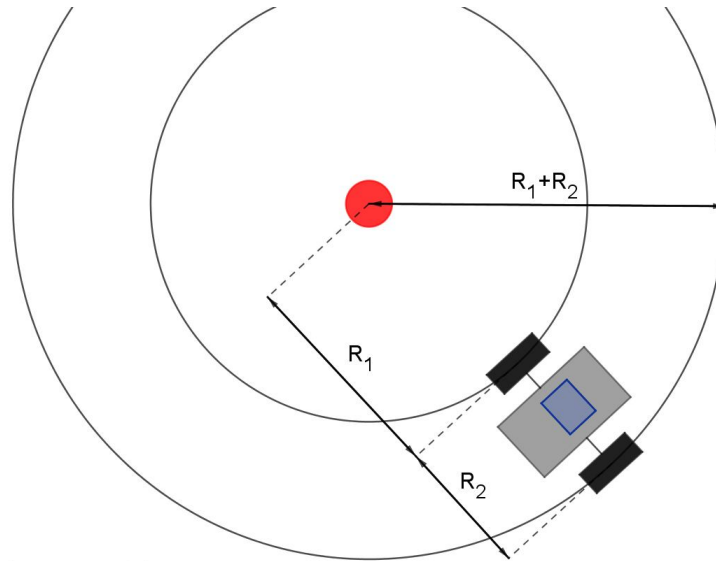


Рис. 3. Схема руху по колу

Розглянемо рисунок 3, нехай відстань від перешкоди до першого (лівого) колеса дорівнює R_1 , а відстань між центрами коліс R_2 , за один і той же час колеса проїдуть різну відстань з різною швидкістю, ліве колесо буде рухатися з радіусом R_1 , а праве – з радіусом $(R_1 + R_2)$. Нехай довжина кола по якому буде рухатись ліве колесо C_1 , а довжина кола, по якому буде рухатись праве колесо C_2 , тоді отримаємо: $C_1 = 2\pi R_1$, $C_2 = 2\pi(R_1 + R_2)$.

Позначимо за V_1 і V_2 швидкості моторів правого і лівого коліс відповідно, виразимо час через швидкості правого і лівого моторів, отримаємо:

$$t = \frac{2\pi R_1}{V_1}; t = \frac{2\pi(R_1 + R_2)}{V_2}.$$

Оскільки час однаковий, прирівняємо праві частини рівностей і виразимо відношення V_2 до V_1 :

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}.$$

Підставивши конкретні значення, наприклад, $V_2 = 5 \text{ см/с}$, $R_1 = 12 \text{ см}$, $R_2 = 14 \text{ см}$, отримаємо швидкість лівого мотору $V_1 = 2,3 \text{ см/с}$.

Вихідними об'єктами у багатьох задачах програмування можуть бути точки, відрізки, кола тощо, які описують засобами аналітичної геометрії.

При цьому можуть здійснюватися пошуки відповіді на питання взаємного розташування фігур, побудови тих чи інших фігур за поданими властивостями. Сучасні підручники з геометрії для поглибленого вивчення математики містять базові задачі, які у подальшому можуть використовуватися у задачах програмування: встановити, чи перетинаються відрізки, яке взаємне розміщення прямих чи відрізків: паралельні, перетинаються, зокрема перпендикулярні. Окремі завдання програмування вимагають виходу за межі шкільного курсу геометрії і використання не лише скалярного добутку векторів, але й поняття векторного чи мішаного добутку. У цьому є протиріччя між необхідністю розвивати STEM-освіту і дедалі більшим скороченням програми шкільного курсу математики, зокрема суттєвим зменшенням кількості годин на розв'язування задач на побудову з використанням циркуля та лінійки, розділу розв'язування трикутників та застосуванням векторів.

Є багато освітніх технологій навчання для вирішення прикладних завдань, проте недостатньо середовищ навчання, робота з якими надихає молодь до новаторства в сфері науки, технології, математики, що заохочують учнів думати творчо, аналізувати ситуацію, критично мислити, застосовувати свої навички для вирішення проблем реального світу.

Висновки. Навчання робототехніки в технологічному 21 ст. сприяє розвитку комунікативних здібностей молоді, розвиває навички взаємодії, самостійності при прийнятті рішень, розкриває творчий потенціал учнів.

Програмування реального робота допомагає візуалізувати закони математики не лише на сторінках підручника, а й в навколишньому світі. Програмування роботів дозволяє без зусиль організувати міжпредметні зв'язки інформатики з предметами природничо-математичного циклу та ін.

Математика суттєво використовується у навчанні робототехніки, у розробці та впровадженні STEM-освіти, при цьому часто потрібні математичні розрахунки, які можуть виходити за межі шкільної програми. Учні краще розуміють навчальний матеріал, коли вони що-небудь

самостійно створюють або винаходять, і це використовується із врахуванням численних перспектив подальшого розвитку.

Список використаних джерел

1. Гриб'юк О. О. Комп'ютерне моделювання та робототехніка в навчально-виховному процесі сучасного навчального закладу
О. О. Гриб'юк // Матеріали 7 міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv-2017: Збірник наукових праць, м. Львів, 27-30 квітня 2017 р. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – С. 38-43.
2. Кривонос О. М. Робототехніка в школі / О. М. Кривонос // Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі. - К. : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. – С. 90-91.
3. Лазарев М. В. О связи робототехники с механикой, электроникой и программированием, а также о междисциплинарных связях / М. В. Лазарев // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). 11 (139), 2013. – С. 132-136.
4. Офіційний веб-сайт LegoMindstormsEducation. – Режим доступу: www.LEGOeducation.com/MINDSTORMS.
5. Покришень Д. Добірка майстер-класів та пізнавальних YouTube-каналів з ідеями для шкільних STEM-проектів [Електронний ресурс] / Д. Покришень // Розвиток творчої дитини. – Режим доступу: <https://tvorchistd.blogspot.com/2018/05/youtube-stem.html?m=1>.
6. Проект Концепції STEM-освіти в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf (дата перегляду 26.03.2018)
7. Сотніченко О. Основи обчислювальної геометрії [Електронний ресурс] / О. Сотніченко // Зимова сесія «WEB-STEM-ШКОЛИ – 2018». – Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=6rxUo56yNhw> (дата перегляду 26.03.2018).