

ДИДАКТИКА ТА МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ

УДК 37-042.4:004.58

DOI <https://doi.org/10.26661/2522-4360-2019-2-33-01>

ПРОЄКТНО-ДОСЛІДНА СКЛАДОВА STEM-НАВЧАННЯ НА ПРИКЛАДІ СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ БЕЗПІЛОТНОГО ТРАНСПОРТУ

Валько Н. В., к.фіз.-матем.н., доцент*Херсонський державний університет, м.Херсон, Україна*

valko@ksu.ks.ua

Ключові слова:

проектна діяльність, дослідження, STEM-проект, етапи проекту, автономний транспорт.

Розвиток технологій та їх інтеграція у життя суспільства робить актуальним створення моделей та алгоритмів автоматизації процесів. Однією з таких задач є створення транспорту з автономним керуванням. Виконання навчального проекту для рішення цієї задачі в процесі STEM-навчання дає можливість опанувати навички конструювання та програмування, вміння шукати наукову інформацію та аналізувати дані, а також має соціальну складову навчання: щоб дістатися до пункту призначення, безпілотний автомобіль має знати маршрут, розуміти довкілля, дотримуватись ПДР та коректно взаємодіяти з іншими учасниками дорожнього руху. Побудова безпілотника вимагає знайомства з такими сучасними технологіями, як камери, радари, лазерні далекоміри, штучний інтелект тощо. У статті описано етапи реалізації довготривалого проекту створення безпілотного транспорту в рамках проведення STEM-навчання студентів природничо-математичних дисциплін.

DESIGN-RESEARCH COMPONENT OF STEM-TRAINING IN THE CASE OF CREATION OF THE DRIVING AUTONOMOUS MODEL

Valko N. V., PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*Kherson State University, Kherson, Ukraine***Key words:**

project activity, research, STEM project, project stages, autonomous transport.

The development of technologies and their integration into society makes the creation of models and algorithms of process automation relevant. One of these tasks is the creation of autonomous vehicles. The implementation of the training project to solve this problem during STEM-training gives you the opportunity to master the skills of design and programming, the ability to search for scientific information and analyze data, and also has the social component of training: in order to get to the destination, an unmanned vehicle must know the route, understand the environment, comply with traffic rules and correctly interact with other road users. Create autonomous transport requires acquaintance with modern technologies such as cameras, radars, laser rangefinders, artificial intelligence and the like. The article describes the stages of the implementation of a long-term project to create unmanned vehicles in the framework of STEM-training for students of natural and mathematical disciplines. The stages of its implementation are identified and the main issues that arose during the implementation of the project, as well as options for solving them are indicated. The list of disciplines that covers this project, thematic sections that are worth considering, and competencies that are formed as a result of the project. The process of preparing and implementing such a STEM project contributes to the formation of a scientific approach to solving problems, technological literacy, skills in using modern digital technologies, the integration of scientific concepts and understanding of interdisciplinary relationships. Experience in the implementation of such projects will be involved in the development of teaching methods for future teachers of natural-mathematical disciplines in order to form their design and research competence in the future.

Постановка проблеми

На сучасному етапі змін у системі освіти актуальним є розвиток STEM-освіти, яка дасть змогу забезпечити зростаючі потреби суспільства висококваліфікованими

фахівцями в галузі науки, техніки, інженерії та математики. Провідними ідеями цієї тенденції є навчання в міждисциплінарній формі шляхом вирішення реальних практичних проблем, роботи над проектом та співпраця.

Одним з найбільш затребуваних на сьогодні напрямів є робототехніка, яка орієнтована на створення роботів і робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, зокрема таких, що виконуються в недетермінованих умовах, для заміни людини під час виконання важких, утомливих і небезпечних робіт. Роботизовані автомобілі реагуватимуть швидше, ніж люди, уникаючи нещасних випадків, потенційно зберігаючи тисячі життів.

З огляду на практичну потребу популяризації науково-технічної творчості серед дітей та молоді, створення курсів робототехніки, електроніки, програмування роботизованих систем актуальним є питання про навчання студентів природничо-математичних спеціальностей та організацію їхньої діяльності у довгострокових STEM-проєктах. Робота над таким проєктом сприятиме усвідомленню інтегрованості наукових понять і формуватиме розуміння міждисциплінарних зв'язків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Донедавна робототехніка розглядалася лише як засіб навчання студентів технічних спеціальностей [1, 2]. Однак розвиток технологій сприяв появі такого терміну, як «освітня робототехніка». Загальні Методичні аспекти навчання робототехніки та питання формування ключових і предметних компетентностей описані в роботах [3, 4]. Більшість наукових публікацій з використання робототехнічних систем у STEM-навчанні стосуються їх застосування на заняттях з фізики або технологій (праця, інформатика) як засіб формування цифрових, технологічних, комунікативних компетентностей [5-7]. Завдяки співпраці Міністерства освіти і науки України з компанією Lego інтерес у науковців викликає використання робототехніки на заняттях з учнями молодшої школи у якості мотиваційної складової [8]. Приклад формування інженерно-технічних компетентностей у студентів описано в роботі [9]. Проте більшість публікацій описують можливості короткотривалих STEM-проєктів, які реалізуються під час занять, екскурсій тощо.

Метою статті є опис реалізації проєктно-дослідної складової STEM-навчання студентів природничо-математичних спеціальностей у процесі роботи над довготривалим проєктом побудови транспортного засобу (робота) з автономним керуванням.

Виклад основного матеріалу

Упровадження STEM-навчання в освітній процес відбувається за трьома етапами: технологічна грамотність, поглиблення знань, створення знань [10]. Важливою частиною організації третього етапу є використання проєктної діяльності, націленої на самостійність і засновану на вирішенні життєво важливих завдань. На цьому етапі використання довготривалих проєктів має ряд переваг:

- дає змогу виконання в реальних умовах або наближених до реальних;
- дає можливість організації співпраці з установами чи виробництвом, профорієнтаційної роботи;

- є час на відпрацювання багатьох гіпотез;
- відбувається більш детальний розгляд теми та більш глибокий аналіз отриманих результатів.

Наведемо приклад довготривалого проєкту побудови транспортного засобу з автономним керуванням, що був реалізований студентами для участі в змаганнях Robottraffic [4, 11]. Процес створення моделі проходив такі етапи.

1. Вивчення правил змагань та визначення технічних характеристик транспортного засобу.

Цей етап проєктної діяльності є організаційним. Для його реалізації потрібно:

- Визначити тему і мету проєкту: у даному випадку тема – створення автономного транспорту, і мета – взяти участь у змаганнях і досягти максимального результату. Стисло сформульоване технічне завдання: створити автономний роботизований транспортний засіб (ТЗ), здатний самостійно пересуватися по лінії (не залишаючи свою смугу руху) і бути частиною моделі міського транспортного руху, дотримуючись правил дорожнього руху (ПДР).
- Формулювання проблеми – слід уважно вивчити правила змагань та звернути увагу на особливості їх проведення. Створення такого проєкту складається з двох взаємопов'язаних процесів: побудова фізичної моделі – до транспортного засобу ставляться технічні вимоги, та програмування моделі – описуються правила поведінки в тих чи інших ситуаціях. Також потрібно врахувати вимоги оточуючого середовища. Наприклад, для побудови моделі міського транспортного руху мають бути використані світлофори, дорожні знаки, модель пішохода.

2. Огляд сучасних систем автономного керування автомобілем та вивчення рівнів автономності керування.

Це етап планування діяльності визначення засобів реалізації проєкту. На цьому етапі розглядаються існуючі системи автономних автомобілів та приймається рішення про технологію, яка буде використана для реалізації автономного керування, здійснюється огляд та аналіз існуючих систем напівавтономного керування автомобілем та їхніх функцій від провідних виробників: Audi Traffic Jam Pilot, BMW Traffic Jam Assistant, Cadillac Super Cruise, Nissan/Infiniti ProPilot, Mercedes-Benz Drive Pilot, Tesla Autopilot, Volvo Pilot Assist. Наприклад, розглядаються такі технології:

- камери спостереження – візуальне виявлення об'єктів, наприклад дорожньої розмітки та знаків;
- радар (RADAR - Radio Detection And Ranging) – визначення перешкод і об'єктів попереду і ззаду, а також визначення відстані до них. Це система виявлення, що використовує радіохвилі для визначення дальності, висоти, напрямку руху і швидкості об'єктів. Радари дають змогу автомобілю «бачити» досить далеко для того, щоб завчасно реагувати на швидкі зміни на автострадах;
- лазерний далекомір (LIDAR, Light Detection And Ranging) схожий на радар, але є набагато чіткішим і

дає можливість виявляти об'єкти навколо автомобіля (повний огляд 360 градусів);

- штучний інтелект (Artificial intelligence) – обробляє дані з камер і сенсорів, керує автомобілем і приймає рішення.

Розглядаються також різні рівні автоматизації. Спільнотою автомобільних інженерів (Society of Automotive Engineers, SAE) дане визначення терміну «режим водіння», який означає «тип сценарію з характерними вимогами до динамічного водіння» (наприклад, злиття швидкісних автомагістралей, крейсерна швидкість, низькошвидкісна пробка, водіння на закритій території тощо). Знайомство з таким матеріалом дає змогу сформуванню поняття про стандарти розробки технічних засобів та програмних продуктів. Знайомство зі стандартами дає можливість професійної оцінки власних результатів діяльності і формує технологічну грамотність.

Порівняння формальних стандартів SAE дає поняття технологізації суспільства і ступеня змін, що відбуваються з розвитком технологій: при переході від рівня SAE 2 до SAE 3 водій (людина) більше не повинен контролювати навколишнє середовище. У SAE 3 водій усе-таки несе відповідальність за втручання, коли його просила зробити це автоматизована система. У SAE 4 водій звільняється від цієї відповідальності, а в SAE 5 автоматизована система ніколи не буде вимагати втручання.

3. Розробка та створення моделі. Конструювання транспортного засобу та тестування моделі.

Цей етап реалізації проекту є головним у розробці автономної моделі. У рамках створення моделі автономного безпілотного транспорту для руху по лінії необхідно, насамперед, ознайомитися з процесами розробки, створення, налаштування та експлуатації роботизованих систем, які є прототипами систем, що реалізовуватимуться в реальних умовах з метою скорочення кількості автомобільних аварій.

На цьому етапі йде розробка технічної бази створення моделі, підбір комплектуючих, визначення закономірностей, які допоможуть досягнути максимального результату. Розробляється апаратна архітектура моделі, вивчаються базові поняття схемотехніки, вивчення принципів програмування мікроконтролерів і створення проєктів з їх застосуванням.

При створенні моделі ТЗ вивчалися і використовувалися такі апаратні засоби: Arduino Mega, Sensor shield для Arduino MEGA, прийомопередатчик ІЧ-даних, датчик лінії, датчик Холла, ультразвуковий датчик відстані. Як автомобільну базу було обрано швидкісну радіокеровану модель для дрефту Himoto DRIFT TC H14123 масштабу 1:10 з повним приводом. Системою управління обрано платформу Arduino Mega, оскільки вона має підвищену продуктивність та більшу кількість роз'ємів для роботи з усіма системами автономного транспортного засобу. Також для спрощення підключення датчиків обрано плату

розширення у вигляді Sensor shield for Arduino MEGA.

Головною проблемою при реалізації такого проєкту є проблема регуляції швидкості: з одного боку, швидкість має бути максимальною для швидкого проходження траси; з іншого боку, надмірна швидкість не дає можливості транспорту дотримуватися ПДР або слідувати лінії. Ця частина проєкту стала досвідною і потребувала випробовування кількох гіпотез. При створенні моделі виникла проблема регуляції швидкості ТЗ та визначення поточної швидкості. На основі вивченого матеріалу прийнято рішення про фіксацію факту обороту датчиком. Для вирішення цієї задачі було розглянуто кілька гіпотез і проведені досліди, за допомогою яких можна здійснити цю операцію. Кожна з гіпотез була перевірена, а результати перевірки проаналізовані. Обчислення швидкості руху в кожній з гіпотез опирається на дані, отримані від датчика. Було випробовано декілька варіантів:

1. обчислювати поточну швидкість, спираючись на час, що пройшов між попереднім та поточним оборотами;
2. рахувати кількість оборотів та обчислювати поточну швидкість один раз за N секунд.

При тестуванні на моделі кожного з цих варіантів були виявлені їхні недоліки та переваги. Так, варіант 1 дасть швидкий результат, однак він буде нестабільним, оскільки навіть найменша похибка датчика або затримка можуть призвести до різкої зміни розрахованої швидкості, що, враховуючи автоматичне регулювання швидкості, спричинить ще більшу нестабільність системи. Варіант 2 дає більш стабільний та усереднений результат, однак мінусом є той факт, що маємо паузу між отриманням даних у N секунд.

4. Програмування автономного руху автомобіля по лінії з дотриманням ПДР.

На цьому етапі розглядаються такі алгоритми руху автономного автомобіля, як дискретні системи керування та пропорційне керування. Алгоритми дискретного керування базуються на керуванні моторами відповідно до показань датчиків лінії, які налаштовуються в ході емпіричних досліджень. Використання пропорційного керування вимагає розрахунків для формування керуючого сигналу на основі трьох доданків, перший з яких пропорційний різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку (сигнал незгодженості), другий - інтеграл сигналу незгодженості, третій - похідна сигналу незгодженості.

Для прийняття рішень щодо ПДР за результатами датчиків може бути використаний апарат теорії автоматів. Кінцевий автомат (FSM – Finite-state machine) – це модель обчислень, заснована на гіпотетичній машині станів. В один момент часу тільки один стан може бути активним. Отже, для виконання будь-яких дій машина повинна змінювати свій стан.

Кінцеві автомати зазвичай використовуються для організації та подання потоку виконання будь-яких дій. Це особливо корисно при розробці штучного інтелекту в комп'ютерних іграх або у системах керування.

Кінцевий автомат можна представити у вигляді графа, вершини якого є станами, а ребра – переходами між ними. Кожне ребро має мітку, яка інформує про те, коли повинен відбутися перехід. Цей метод було обрано для реалізації логіки управління транспортним засобом, що має дотримуватись правил дорожнього руху.

У результаті здійсненого проєкту студентами створено модель транспортного засобу з автономним керуванням, яка пройшла випробовування і взяла участь у змаганнях. Ними проведено емпіричне дослідження поняття автономності транспортних засобів: збір інформації про різні реалізації автономного руху та систем, які його підтримують, розробка варіантів реалізації автономного руху з використанням різних апаратних засобів, експериментальна робота з перевіркою гіпотез про придатність того чи іншого варіанта системи автономного керування, тестування і оцінка роботи транспортного засобу. В ході виконання цієї проєктно-дослідної роботи сформовано цілісне

уявлення про проблему вирішення безпеки дорожнього руху як наукову комплексну задачу, що вимагає інтеграції знань з фізики, математики, алгоритмізації, програмування та має соціально значущу складову.

Висновки та перспективи дослідження

Створення і проведення такого проєкту вимагає значної підготовки з боку студентів і викладача. Зміст навчального матеріалу, задіяного в процесі реалізації проєкту, відповідає фундаментальним поняттям таких дисциплін/наукових розділів, як класична механіка та електроніка, теорія автоматів, програмування, математичне моделювання в програмі навчання майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін. Процес підготовки та реалізації такого STEM-проєкту сприяє формуванню наукового підходу до вирішення проблем, технологічної грамотності, навичок використання сучасних цифрових технологій, інтегрованості наукових понять і розумінню міждисциплінарних зв'язків. Надалі досвід здійснення таких проєктів буде задіяний при розробці методики навчання майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін з метою формування їхньої проєктно-дослідної компетентності.

Література

1. Мартинюк О. С. Методичні аспекти навчання студентів-фізиків основам робототехніки. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім.Т.Г.Шевченка*. Чернігів, 2012. С. 50–53.
2. Осадчий В. В., Осадча К. П., Конюхов С. Л., Сердюк І. М., Муждабаєв А. М. Особливості розробки програмного засобу для виявлення пошкоджень дорожнього полотна за допомогою засобів комп'ютерного зору. *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського. Серія: Технічні науки*. Київ, 2019. №30(2). С. 161-165.
3. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. Київ, 2018. №5, С. 178-187.
4. Морзе Н. В., Гладун М. А., Дзюба С. М. Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти. *Information Technologies and Learning Tools*. Київ, 2018. №65(3). С. 37-52.
5. Сліпухіна І. А., Чернецький І. С., Меньяйлов С. М., Рудницька Ж. О., Матеїк Г. Д. Сучасний фізичний експеримент у дидактиці STEM-орієнтованого навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2016. Вип. 22. С. 224-228.
6. Мартинюк О. О. STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів та учнів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2018. Вип. 24. С. 18-22.
7. Цивін М. Н. STEM-підхід: інтерпретація у дизайн-освіті. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*. Київ, 2018. № 2. С. 294-298.
8. Тягур В. М. Елементи STEM-освіти на уроках трудового навчання в початкових класах як засіб підвищення якості навчання. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія: Педагогіка та психологія*. Мукачево, 2018. Вип. 2. С. 158-162.
9. Кузьменко О. С., Шульгін В. А. Інженерно-технічна складова STEM-освіти як чинник інтегрованого підходу в дослідженні динаміки руху літака. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 124-128.
10. Kushnir N., Valko N., Osipova N., Bazanova T. Experience of Foundation STEM-School. *14th ICTERI. Volume II: Workshops (3L-Person)*. ICTERI Kyiv, 2018. P.431-446. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_241.pdf
11. Всеукраїнські змагання Роботрафік. URL: <http://www.ort.org.ua/news/novini-ta-anonsi/vseukrayinski-zmagannya-robotrafik-2019>.