

11. Tryus Yu. V., Herasymenko Yu. V. Kombinovane navchannia yak innovatsiina osvitiia tekhnolohiia u vyshchii shkoli. Teoriia ta metodyka elektronnoho navchannia: zbirnyk naukovykh prats. Vyp. III. Kryvyi Rih, 2012. S. 299–308.
12. Sharan R. V. Rozvytok dystantsiinoi osvity u SShA. Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka. 2012. Vyp. 11. S. 118–122.
13. Shtykhno L. V. Dystantsiine navchannia yak perspektyvnyi napriam rozvytku suchasnoi osvity. Molodyi vchenyi. 2016. № 6 (33). S. 489–492.
14. Blended Learning. URL: <https://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2014/06/Is-K-12-blended-learning-disruptive.pdf>
15. Blended Learning Models. URL: <https://www.christenseninstitute.org/multimedia/heather-staker-explains-blended-learning-models/>
16. Bonk C. J., Graham S. R. The Handbook of Blended Learning: Global erspectives, Local Designs. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer, 2006. 624 p.
17. Collins English Dictionary / General consultant J. M. Sinclair; 3rd ed. The USA: Harper Collins Publishers, 1991. 1791 p.
18. Learning Networks: A Field Guide to Teaching and Learning Online / L. Harasim et al. Cambridge MA: MIT Press, 1995. 145 p.
19. Makewa L. N., Kuboja J. M, Yango M, Ngussa B. M. ICT-Integration in Higher Education and Student Behavioral Change: Observations at University of Arusha, Tanzania. American Journal of Educational Research. 2014, 2 (11A):30–38. DOI: 10.12691/education-2-11A-5
20. Measuring Learning: An NMC Horizon Project Strategic Brief / L. Johnson et al. Texas: The New Media Consortium. 2015. Vol. 2.2. URL: <https://www.learntechlib.org/p/182093/>
21. Moore M., Anderson G., William G. Hand book of distance Education. N. J.: Erlbaum Associates, 2003. 362 p.

УДК378.018.43:004.896

DOI 10.25128/2415-3605.22.2.4

СЕРГІЙ КОЗІБРОДА

<https://orcid.org/0000-0003-4218-0671>
cerg.kozibroda@tnpu.edu.ua

кандидат педагогічних наук, викладач
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

АНДРІЙ ПАЛЬЧИК

<https://orcid.org/0000-0001-6112-1162>
proton1neutron@gmail.com

кандидат технічних наук, доцент
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ІВАН-СТАНІСЛАВ МАЗУР

<https://orcid.org/0000-0002-4552-1067>
s.mazur@tnpu.edu.ua

доктор філософії, асистент
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, м. Тернопіль

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО НАВЧАННЯ ПРОГРАМУВАННЮ РОБОТІВ

Представлена модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів, яка побудована на основі ядра платформи, що складається з чотирьох шарів: інфраструктурний шар містить елементи, які необхідні для функціонування екосистеми, та особливості розміщення апаратних засобів цієї системи один щодо одного; апаратний шар є сукупністю пристроїв, що утворюють апаратну конфігурацію системи: роботи, комп'ютери, до яких вони підключені, веб-камери, що мають детально відображати позиції усіх функціональних вузлів робота; програмний шар, до якого відносять програмні засоби, що підтримують відображення декількох веб-камер, середовище для програмування та компіляції коду; шар зв'язку, куди відносяться канали зв'язку робота з комп'ютером, до якого буде здійснюватися віддалений доступ, а також доступ комп'ютера до інтернету. Реалізація моделі повинна здійснюватись за такими напрямками: інформаційно-консультаційний; освітній; популяризація робототехніки і науково-технічної творчості; оснащення ресурсних центрів, поділених на функціонально-технологічні зони; технологічний. Розкрито переваги віддаленого як елемента адаптивної освіти, що дає можливість студентові віддалено підключатися до класу чи аудиторії через специфічне програмне забезпечення. Проаналізовано погляди вчених щодо проблем віддаленого навчання як елемента адаптивної освіти. При вивченні робототехніки виявлено, що науковці здебільшого звертають увагу на використання інтернет-сервісів, віртуальних навчальних середовищ, робототехніки як перспективного напрямку розвитку STEM-освіти чи аналізують певні системи керування, проте практично не зосереджують уваги на віддаленому навчанні. На базі кафедри комп'ютерних технологій ТНПУ поводи́лась практична реалізація моделі системи віддаленого навчання програмуванню роботів через підключення до комп'ютера, що розташований у навчальній аудиторії університету за допомогою системи віддаленого доступу, на робочому столі якого представлено відображення робота з двох ракурсів; також там відображено середовище для написання та компіляції мови програмування C++, на якому буде безпосередньо здійснюватися програмування робота, а після компіляції коду користувач одразу має можливість перевірити результат роботи коду. Так створено віддалене робоче місце, до якого студенти зможуть підключатися для виконання лабораторних занять і наочно спостерігати результат своєї роботи за допомогою засобів відеозв'язку.

Ключові слова: віддалене навчання, система віддаленого навчання, робототехніка, адаптивна освіта.

SERHII KOZIBRODA

Candidate of Pedagogical Sciences, Teacher

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

ANDRIY PALCHYK

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

IVAN-STANISLAV MAZUR

PhD, Teacher

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maksym Kryvonis Str., Ternopil

REMOTE LEARNING SYSTEM MODEL FOR ROBOT PROGRAMMING

The article presents the model of the system for remote learning of robot programming. It is built on the basis of the core of the platform, which consists of four layers: the infrastructure layer contains elements that are necessary for the functioning of the ecosystem, and features of the placement of the hardware of this system relative to each other; the hardware layer is a set of devices that make up the hardware configuration of the system: robots, computers which they are connected to, web cameras which are to display the positions of all functional nodes of the robot in detail; the software layer, which includes software tools that support the display of several webcams, an environment for programming and code compilation; the communication layer, which includes the communication channels between the robot and the computer, which will be accessed remotely, as well as the computer's access to the Internet. The implementation of the model is to be carried out in the following directions: information and consultation; educational one; popularization of robotics and scientific and technical creativity; equipping resource centers divided into functional and technological zones; technological one. The advantages of remote as an element of adaptive education, which enables a student to remotely connect to a class or classroom through specific software, are revealed. The views of scientists regarding the problems of distance learning as an element of adaptive education are analyzed. When studying robotics, it was found that scientists mostly pay attention to the use of Internet services, virtual learning environments, robotics as a promising direction for the development of STEM education or analyze certain control systems, but practically do not focus on remote learning. In practice, the specified model will be implemented through a connection to a computer located in the classroom of the educational institution using a remote access system, on the desktop of which the robot will be displayed from two angles. It also displays the environment for writing and compiling the C++ programming language used for programming the robot directly, and after compiling the code, the user can immediately check the result of the code. In this way, a remote workplace will be created, to which students will be able to connect to perform laboratory classes, and visually observe the results of their work using video communication tools. Practical implementation of the model of remote learning of robot programming was ensured at the Department of Computer Technology of Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University via connection to a computer located in a classroom of the mentioned educational institution. The procedure was provided by a remote access system. The desktop of the above mentioned computer presents the reflection of the robot from two angles. Also, it shows the environment for writing and compilation of the programming language C++ which will be used for programming of robot. After compilation of the code, a user will immediately have the opportunity to check the result of the code in action. A remote workplace was organized in this way enabling students to connect to it in order to do the laboratory tasks, and observe the results of their work with the help of video conferencing tools.

Keywords: distance learning, distance learning system, robotics, adaptive education.

На сучасному етапі реалізації реформи освіти в Україні важливим є створення новітньої форми навчання, яка б відповідала запитам і потребам, що постають перед інноваційною освітою, та гарантувала оперативне виконання фундаментальних освітніх програм. Дехто вважає, що цим вимогам найбільше відповідає дистанційне навчання, метою розвитку якого є консолідація застосування сучасних технологій: інтернет-технології, модерне мультимедійне устаткування, традиційна освіта. Проте у країнах Західної Європи все частіше можна почути про віддалене навчання (remote learning), яке хоч відбувається також онлайн, але відрізняється від дистанційного.

Оскільки дистанційне навчання – це форма дистанційної освіти, в якій курс або програма заздалегідь розроблені так, щоб повністю виконуватися в режимі онлайн та асинхронно, то викладачі використовують педагогічні стратегії для навчання, залучення студентів й оцінювання, які є специфічними для навчання у віртуальному середовищі. Віддалене навчання передбачає переміщення вмісту, розробленого для звичайного навчання, в онлайн-середовище для обмеженого або одноразового навчання курсу. Воно також дає можливість студентові віддалено підключатися до класу чи аудиторії через специфічне програмне забезпечення. Цей метод відрізняється від дистанційного навчання тим, що він не вимагає від викладача, щоб весь курс був повністю доступним онлайн.

Другий варіант є продуктивнішим, особливо якщо це стосується навчання програмуванню роботів у контексті адаптивного навчання. Перевагами таких систем є надання

ширших можливостей щодо самостійного вибору власної освітньої траєкторії та рівня оволодіння певною компетентністю, регулювання ритму навчання і термінів засвоєння навчального матеріалу, планування самостійної та індивідуальної роботи у контексті тієї чи іншої теми. Крім того, в таких системах передбачається диференціація навчання залежно від рівня знань і вмінь студента, а також його пізнавального досвіду, індивідуальних особливостей опрацювання навчальних матеріалів, здатності до розв'язування завдань різної складності тощо.

За даними більшості досліджень у цій галузі, проблема віддаленого навчання як елемент адаптивного навчання є дуже актуальною. Процес саморегульованого навчання в онлайн-середовищах та стратегії віддаленого навчання розглядав Р.-А. Картер [1]. К. М. Токеро [18] провів віддалений освітній експеримент на тлі пандемії COVID-19. Р. Шульц і М. Демерс [15] аналізували перехід від екстреного віддаленого навчання до глибокого онлайн-навчання в галузі географії. У праці Н. Тагучі [17] проаналізовано цифрове дистанційне навчання прагматики. Особливості розвитку зв'язків з студентами під час віддаленого навчання з використанням цифрових ресурсів досліджували Е. Хехір, М. Зеллер, Дж. Лакхерст і Т. Чандлер [11]. Н. Мавенгере, Дж. Генріксен-Балмер, Д. Пассмор, Х. Майєс, О. Факоредде, М. Коулз і С. Етфілд-Каттс [14] розглядають застосування інноваційних технологій і практик у швидкому переході на віддалене навчання.

На основі аналізу праць вищевказаних науковців можна зробити висновок, що віддалене навчання відбувається, коли студент і викладач або джерело інформації розділені часом і відстанню, тому й не можуть зустрітися в традиційній аудиторії. Важливо зазначити, що середовища віддаленого навчання достатньо не досліджені і потребують додаткового аналізу, порівняно з віртуальними навчальними середовищами, особливо якщо це стосується навчання програмуванню роботів. Це може стати проблемою як для викладача, так і для студента, її можна вирішити за допомогою спеціальних структур підтримки.

Крім того, аналізуючи джерела з вивчення робототехніки В. Бондарук [3], Д. Дерман [5], Н. Здолбіцької, С. Костючко, П. Ковальчук, В. Пашук [6], В. Конофольської [7], Н. Морзе, О. Струтинської та М. Умрик [8], можна зробити висновок, що системи віддаленого навчання програмуванню роботів як елемента адаптивного навчання науковці системно не розглядають. Вони здебільшого звертають увагу на використання інтернет-сервісів, віртуальних навчальних середовищ, робототехніки як перспективного напрямку розвитку STEM-освіти чи аналізують певні системи керування, проте практично не зосереджують уваги на віддаленому навчанні.

Мета статті – обґрунтувати модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів.

Як зазначає В. Биков [1, с. 27], в сучасній освіті відкрите мережецентричне інформаційно-освітнє середовище має бути особливим культурним середовищем, занурення в яке забезпечить систематизацію та ефективність засвоєння знань, розподіл інформаційних потоків у тематичні русла, де висвітлюються життєві орієнтири і духовно-моральні цінності. Тому формування цього середовища має ґрунтуватися на використанні відповідних інноваційних моделей, що сприяють найбільш повній реалізації освітніх потреб людини на основі гармонійного поєднання різноманітних мережних інструментів та адаптивних освітніх сервісів. Таке поєднання утворює гнучке й адаптивне інтегроване організаційно-технологічне та інформаційно-обчислювальне середовище, що визначально впливає на формування найбільш сприятливих (інформаційно-комфортних) умов для ефективного здійснення функцій адаптивного навчання.

Адаптивна функція навчання та її реалізація в умовах професійної підготовки, на думку В. Бондар та І. Шапошнікова [2, с. 36–37], здійснюється за трьома рівнями:

- індивідний – передбачає психофізіологічне пристосування людини до інтелектуального, психологічного, фізичного навантажень в режимі академічної та позаакадемічної навчально-пізнавальної діяльності, дотримання санітарно-гігієнічних норм, збереження здоров'я, працездатності, попередження втомлюваності;
- особистісний – гарантує формування адаптивності особистості студентів до змін, професійно значущих ставлень до них, використання ціннісних орієнтацій щодо навчальних дисциплін, педагогічної взаємодії з метою адаптації до майбутньої професійної діяльності в умовах зовнішніх і внутрішніх впливів;

- суб'єктний – озброює навичками суб'єкт-об'єктної та суб'єкт-суб'єктної адаптації до педагогічної взаємодії, досвіду адаптування до психологічного навантаження в навчальному середовищі; спрямовує на оволодіння майбутнім учителем системою професійних знань, умінь, навичок, здатностей до конкуренції в ході підготовки, професійної діяльності, формування здатності конкурувати в умовах ринку праці у сфері освіти. Самостворення образу «Я» і самоформування на засадах стратегії і тактики самореалізації сприяє формуванню вчителя як сучасного педагога, психолога, соціолога.

В. Дем'яненко і В. Дем'яненко вказують на найважливіші і найбільш поширені комп'ютерно-технологічні особливості відкритих систем адаптивного навчання, поява і широке застосування яких суттєво впливає на результативність навчання у відкритих педагогічних системах, що буде ефективним під час віддаленого навчання, а це відповідно забезпечить формування і підтримку в актуальному стані мережевих інформаційних ресурсів і сервісів відкритих адаптивних навчальних середовищ, технологій проектування та використання відкритих адаптивних педагогічних систем:

- технології комп'ютерно орієнтованого віддаленого навчання, завдяки яким відбувається підтримка навчальних матеріалів; сюди також входять синхронні та асинхронні телекомунікації, які здійснюються через засоби стільникового зв'язку;

- технології підтримки віртуального навчального середовища, завдяки яким відбувається залучення до них в інтернет-просторі студентів і педагогів з усього світу у процесі виконання ними спільних навчальних проєктів стосовно різних тем і навчальних дисциплін;

- технології адаптивної гіпермедіа – технології створення гіпертекстових і гіпермедійних систем, які відображають характеристики користувача в моделі користувача і застосовують цю модель для адаптації різних візуальних аспектів системи до потреб користувача. Рівень знань – основна характеристика. Ця модель відображає знання користувача про концепти предметної галузі. Мета користувача – локальна і глобальна. Така характеристика впливає на стратегію подання навчального матеріалу, рівень підготовки, при цьому враховується обраний фах користувача, досвід роботи в суміжних галузях, точка зору користувача і його перспектива. Уподобання користувача – абсолютні стосовно мети та стратегій навчання і відносні, стосовно певної предметної дисципліни;

- технології інтерактивної віртуальної лабораторії для здійснення дослідницької та експериментальної діяльності;

- технології автоматизації наукових досліджень та розробок, зокрема технології цифрового проектування педагогічних систем. Сучасний зразок цих технологій – це інформаційні-цифрові «навчальні об'єкти», ехнологічною базою яких є застосування навчальних об'єктів, що в процесі навчання застосовуються безліч разів, зовнішнє подання яких відбувається за допомогою систем цифрових технологій, сферою яких є новітні комп'ютерно орієнтовані системи призначені для навчання, в т. ч. віддаленого навчання;

- технологія електронної бібліотеки, за допомогою якої забезпечують локальний та мережний доступ до наукових і навчально-методичних ресурсів, представлених на цифрових носіях предметно-інформаційного контенту навчального середовища відкритих педагогічних систем і його обробки для підготовки, класифікації та продуктивного аналізу цифрових документів і видань (IISN, SCOPUS та ін.);

- технології ближньої зони комунікацій (Near Field Communication –NFC). За допомогою використання цих і спеціальних стільникових засобів з'являються додаткові можливості: розвантажити інтернет від значного навантаження відносно невеликими за обсягами локальних комунікацій та ідентифікувати учасників цифрових спільнот у процесі їх комунікацій в єдиному просторі предметного призначення, персоналізувати засоби бездротових комунікацій (з можливістю паралельного доступу за допомогою цих засобів до ресурсів та сервісів інтернету);

- технології автоматизованого управління функціонуванням та розвитком освітніх систем і закладів освіти (облік і звітність, прогнозування, аналіз процесів підготовки управлінських рішень, планування, документообігу тощо), безпосередньо технології підтримки механізмів ринкового господарювання та розвитку суб'єктів освіти і науки;

• технології управління проектами, на основі яких забезпечується підтримка автоматизованого управління проектами і програмами інноваційного розвитку різних технічних і соціально-економічних систем (в т. ч. системи освіти та її складових). За допомогою цих комп'ютерно орієнтованих технологій, в яких органічно поєднуються попередньо наведені, забезпечується принципова можливість управління створенням та удосконаленням складних систем в умовах значної параметричної і процесуальної невизначеності інноваційно-інвестиційних проектів, підвищується ефективність їх підготовки, розроблення і здійснення;

• системи управління навчанням (Learning Management Systems – LMS), що застосовуються для створення і поширення навчально-методичних матеріалів і роботи з ними в навчальному процесі. Складниками такої системи є індивідуальні завдання, контрольні завдання різноманітних типів, навчальні проекти призначені для роботи у невеликих групах, різнопланові текстові і мультимедійні посібники. Ці складники інтегруються в освітні комплекси завдяки відповідним комунікаційним засобам, зокрема сервісам обміну повідомленнями, голосового та відеозв'язку. Системи управління навчанням застосовуються на всіх рівнях освіти, проте нині найбільшого поширення вони набули у сфері вищої освіти;

• технології Gamification. Це не нові технології для освітньої галузі, однак тенденція їх використання значно інтерполюється з огляду на численні переваги, які приносять ігри під час навчання. Як доведено, вони мотивують і зацікавлюють студентів більше, ніж прості тексти або лекції, вони не стресові, і можуть бути адаптованими для будь-якої навчальної дисципліни [4].

Таким чином, використання відкритих систем адаптивного навчання, в яких технологічну основу становлять сучасні інформаційні та когнітивні технології, значно покращать продуктивність навчання та активність студентів для виявлення їх сильних та слабких сторін і створить умови, що усунуть різні недоліки, які є у звичайному навчанні. Проте щоби зрозуміти, чи дасть це результат, у віддаленому навчанні програмування роботів потрібно більше детально проаналізувати особливості цих складових.

Як зазначають Е. Хехір, М. Зеллер, Дж. Лакхерст і Т. Чандлер [11, с. 6541], цифрові навчальні ресурси повинні мати комплексну ІТ-підтримку, доступну для студентів, щоб усунути будь-які проблеми з доступністю та сприяти підключенню до віддаленого середовища. Д. Ло та інші науковці [13, с. 455] виявили, що знайомство і легкість у використанні з більшою ймовірністю підвищать зв'язок у віддаленому навчальному середовищі, ніж незнайомі, складні у використанні цифрові ресурси. Зокрема, важливим фактором інтуїтивності інтерфейсу була можливість доступу до ресурсу як з ноутбука, так і з мобільного телефону. С. Стоун і М. Спрінгер [16, с. 150] відзначили, що проблеми з доступністю цифрових ресурсів можуть бути перешкодою для підключення. Вони також стверджують, що ефективний цифровий ресурс має бути доступним для всіх студентів і простим у використанні. Г. Куонг [12, с. 1004] вказав на важливість функціональності і зауважив, що цифрові ресурси, які використовують онлайн дискусійні форуми, є дружніми до користувачів і забезпечують додаткову зручність, гнучкість і час для перегляду.

Тому для побудови ефективного віддаленого навчання програмування роботів потрібно для початку створити модель такої системи, на основі якої вже потім може здійснюватися безпосередньо навчання.

Моделювання вважається основним методом вивчення складних соціальних систем і об'єктів як на теоретичному, так і на емпіричному рівнях. При цьому створені моделі використовуються для уточнення, визначення характеристик досліджуваних об'єктів або систем і для раціоналізації способів побудови при конструюванні об'єктів; по суті, на основі моделювання базується будь-яке наукове дослідження (аналітичне, прикладне і т. п.) [9, с. 155].

Побудову моделі треба почати з ядра платформи, яка складається з чотирьох шарів.

1) Інфраструктурний шар містить елементи, які необхідні для функціонування екосистеми, та особливості розміщення апаратних засобів системи один відносно одного.

2) Апаратний шар є сукупністю пристроїв, які утворюють апаратну конфігурацію цієї системи: роботи, комп'ютери, до яких вони підключені, веб-камери, що мають детально відображати позиції усіх функціональних вузлів робота.

3) До програмного шару відносяться програмні засоби, які підтримують відображення декількох веб-камер, середовище для програмування та компіляції коду.

4) Щодо шару зв'язку, то до нього відносяться канали зв'язку робота з комп'ютером, до якого буде здійснюватися віддалений доступ, а також доступ комп'ютера до інтернету.

Через середовище віддаленого доступу користувачі можуть під'єднатися до системи і здійснювати онлайн програмування роботів на мікроконтролерних платах. Графічне відображення моделі можна побачити на рис. 1.



Рис. 1. Модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів.

Реалізація моделі повинна здійснюватись за такими напрямками:

- інформаційно-консультаційний – включає інформаційну взаємодію центру керування проектом з ресурсними центрами робототехніки навчальних установ;
- освітній – включає створення методичних рекомендацій та навчальних програм, організацію конкурсів, олімпіад та змагань в різних галузях робототехніки (програмування, електроніка, механіка), сприяння впровадженню додаткових курсів «Основи програмування» і «Основи робототехніки» та віддаленого навчання робототехніки, зокрема програм навчання з інформаційних технологій;
- популяризація робототехніки і науково-технічної творчості завдяки використанню проектних конкурсів робототехнічної спрямованості, фестивалів науково-технічної творчості, взаємодії з ЗМІ;
- оснащення ресурсних центрів, поділених на функціонально-технологічні зони: а) лабораторії робототехніки і технічної творчості; б) зали для проведення зустрічей і нарад; в) функціональні зони для викладачів;
- технологічний – призначений для здійснення моніторингу технологічного забезпечення обладнанням навчальних комплексів і наявності відповідного програмного забезпечення.

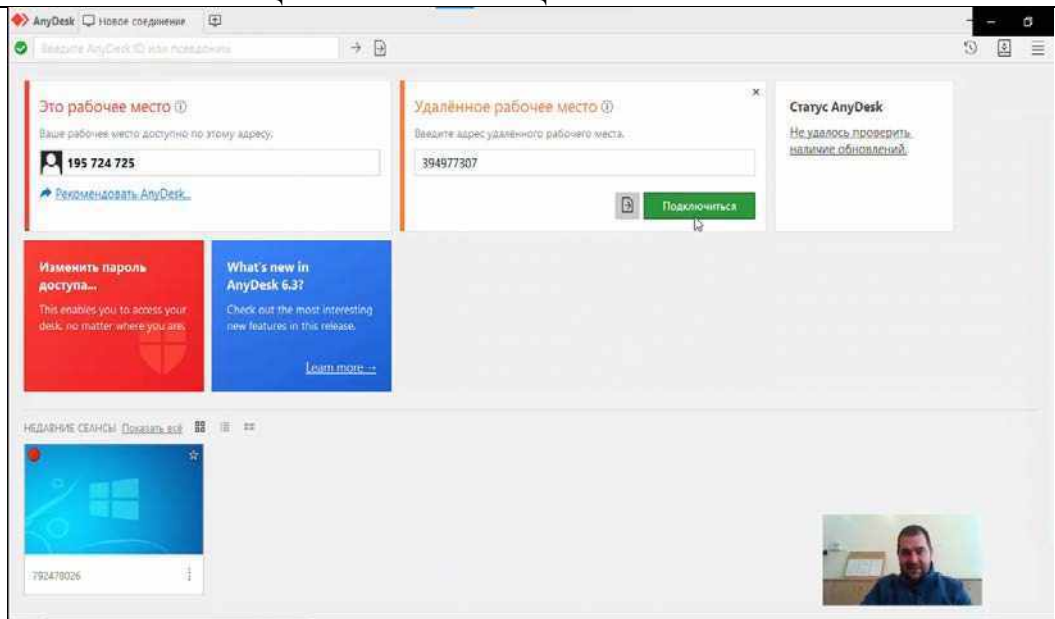


Рис. 2. Підключення до навчального комп'ютера за допомогою системи віддаленого доступу.

Практично реалізуватись ця модель буде через підключення до комп'ютера, який розташований у навчальній аудиторії закладу освіти за допомогою системи віддаленого доступу (рис. 2).

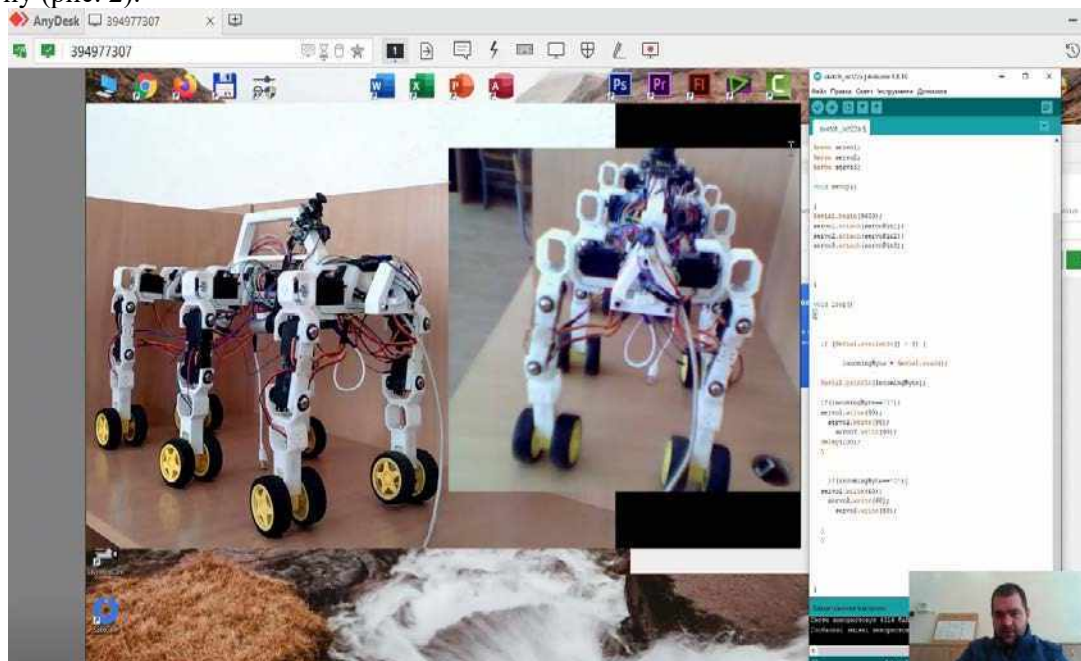


Рис. 3. Відображення віддаленого робота.

На дисплеї можна побачити відображення робота з двох ракурсів (рис. 3), хоча для ефективного використання варто задіювати відображення мінімум з трьох ракурсів, що дозволить більш детально бачити роботу функціональних модулів робота. Також на робочому столі відображено середовище для написання та компіляції мови програмування C++, на якому буде безпосередньо здійснюватися програмування робота. Після компіляції коду користувач одразу ж має можливість перевірити результат роботи коду.

Отже, буде створене віддалене робоче місце, до якого студенти зможуть підключатися для виконання лабораторно практичних занять і зможуть наочно спостерігати результат своєї

робити за допомогою засобів відеозв'язку. Також на віддалених комп'ютерах можна буде розмістити необхідні методичні розробки стосовно виконання тих чи інших завдань, а також системно комунікувати з викладачем, який також зможе підключитися до віддаленого комп'ютера для перевірки виконання роботи і допомоги студентів, що значно покращить процес віддаленого навчання.

Представлену модель системи віддаленого навчання програмуванню роботів можна використовувати для заохочення зв'язку з студентами в умовах віддаленого та змішаного навчання. Крім того, для оптимізації зв'язку між студентами і викладачами варто розробляти цифрові ресурси для віддаленого доступу та комунікації.

Хоча віддалене навчання сприяє розвитку зв'язку між студентом та викладачем і дозволяє студенту більш наочно побачити результат своєї роботи, а також підключатись до віддаленого комп'ютера за допомогою звичайного смартфона, існують індивідуальні відмінності між студентами, зокрема нерегулярність посилення почуття зв'язку у віддалених умовах. Наприклад, під час роботи віддаленому формату потрібно враховувати індивідуальні відмінності між студентами щодо мотивації та завдань, які вони можуть виконати в тих чи інших умовах. Застереження щодо того, наскільки студенти відчують зв'язок, може залежати від внутрішньої мотивації до участі у віддаленому навчанні, а отже, від можливості під'єднатися до свого віддаленого комп'ютера. Також окремі студенти можуть бути не в змозі відвідувати синхронні групові лабораторно-практичні заняття через інші зобов'язання – такі, як догляд за дітьми чи інша робота. Отже, деякі студенти можуть віддати перевагу більш автономному стилю дистанційного віддаленого навчання, тому варто передбачити час підключення до віддаленого комп'ютера у позааудиторний час. Як і у випадку зі стратегіями викладання та навчання, диференціація та розуміння природи групи студентів є важливим фактором, який необхідно враховувати при розробці систем віддаленого навчання програмуванню роботів.

У майбутніх дослідженнях варто проаналізувати програмне забезпечення, яке варто використовувати для реалізації моделі системи віддаленого навчання програмуванню роботів та експериментальної перевірки ефективності цієї моделі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2009. 684 с.
2. Бондар В., Шапошнікова, І. Адаптивне навчання студентів як передумова реалізації компетентнісного підходу до професійної підготовки вчителя. Рідна школа. 2013. Ч. 11. С. 36–41.
3. Бондарук В. В. Використання віртуальних навчальних середовищ при вивченні робототехніки. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. 2019. Вип. 25. С. 120–123.
4. Дем'яненко В. Б., Дем'яненко В. М. Комп'ютерні засади відкритих системи адаптивного навчання. Адаптивне управління: теорія і практика. Педагогіка. 2018. 4 (7). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/714639/1/COMPUTER%20BASICS%20OPEN%20SYSTEM%20ADAPTIVE%20LEARNING.pdf>
5. Дерман Д. Технологія освітньої робототехніки. Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». 2019. С. 97–98.
6. Здолбіцька Н., Костючко С., Ковальчук П., Пашук В. Система керування роботом-маніпулятором. Computer-integrated technologies: education, science, production. 2020. 40. Р. 37–43.
7. Конофольська В. Використання інтернет-сервісів під час навчання робототехніки в умовах дистанційного навчання. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. 2021. 8. URL: <https://www.e-journals.npu.edu.ua/index.php/ikt/article/view/222/319>
8. Морзе Н., Струтинська О., Умрик М. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету», 2018. 5. С. 178–187.
9. Цидило І. М., Козіброда С. В. Модель системи підготовки майбутніх інженерів-педагогів у галузі комп'ютерних технологій до вивчення та застосування онтологій комп'ютерних систем. Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти: Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. 2017. Вип. 16 (59). С. 154–158.
10. Carter Jr., Richard Al., et al. Self-regulated learning in online learning environments: strategies for remote learning. Information and Learning Sciences. 2020. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ILS-04-2020-0114/full/html>

11. Hehir E., Zeller M., Luckhurst J., Chandler T. Developing student connectedness under remote learning using digital resources: A systematic review. *Education and Information Technologies*. 2021. 26 (5). P. 6531–6548.
12. Kuong H. C. Enhancing online learning experience: From learners' perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. 191. P. 1002–1005.
13. Laux D., Luse A., Mennecke B. E. Collaboration, connectedness, and community: An examination of the factors influencing student persistence in virtual communities. *Computers in Human Behavior*. 2016. 57. P. 452–464.
14. Mavengere N., Henriksen-Bulmer J., Passmore D., Mayes H., Fakorede O., Coles M., Atfield-Cutts S. Applying innovative technologies and practices in the rapid shift to remote learning. *Communications of the Association for Information Systems*. 2021. 48. URL: <https://eprints.bournemouth.ac.uk/35044/3/Mavengere%5EJ%20Nicholas%20Blessing%20et%20al%20%28forthcoming%29%20%20Applying%20Innovative%20Technologies%20and%20Practices%20in%20the%20Rapid%20Shift%20to%20Remote%20Le.pdf>
15. Schultz R. B., DeMers M. N.. Transitioning from emergency remote learning to deep online learning experiences in geography education. *Journal of Geography*. 2020. 119 (5). P. 142–146.
16. Stone C., Springer M. Interactivity, connectedness and 'teacher-presence': Engaging and retaining students online. *Australian Journal of Adult Learning*. 2019. 59 (2). P. 146–169.
17. Taguchi N. Digitally mediated remote learning of pragmatics. *Foreign Language Annals*. 2020. 53 (2). P. 353–358.
18. Toquero C. M. Emergency remote education experiment amid COVID-19 pandemic. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*. 2021. 15. P. 162–176.

REFERENCES

1. Bykov V. Yu. Modeli orhanizatsiinykh system vidkrytoi osvity: monohrafiia [Models of organizational systems of open education: monograph]. Kyiv: Atika, 2009. 684 s.
2. Bondar V., Shaposhnikova, I. Adaptivne navchannia studentiv yak peredumova realizatsii kompetentnisnogo pidkhotu do profesiinoi pidhotovky vchytelia [Adaptive training of students as a prerequisite for the implementation of a competency-based approach to professional teacher training]. *Ridna shkola*. 2013. 11. P. 36–41.
3. Bondaruk V. V. Vykorystannia virtualnykh navchalnykh seredovyshch pry vyvchenni robototekhniki [The use of virtual educational environments in the study of robotics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*. 2019. 25. P. 120–123.
4. Dem'ianenko V. B., Dem'ianenko V. M. Komp'iuterni zasady vidkrytykh systemy adaptivnoho navchannia [Computer basics of open adaptive learning systems]. *Adaptivne upravlinnia: teoriia i praktyka. Pedahohika*. 2018. 4 (7). URL: <https://lib.iitta.gov.ua/714639/1/COMPUTER%20BASICS%20OPEN%20SYSTEM%20ADAPTIVE%20LEARNING.pdf>
5. Derman D. Tekhnolohiia osvitnoi robototekhniki [Educational Robotics Technology]. *Materialy II Mizhnarodnoi studentskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Pryrodnychi ta humanitarni nauky. Aktualni pytannia"*. 2019. P. 97–98.
6. Zdobitska N., Kostiuchko S., Kovalchuk P., Pashchuk V. Systema keruvannia robotom-manipulatorom [Control system of a manipulator robot]. *Computer-integrated technologies: education, science, production*. 2020. 40. P. 37–43.
7. Konofolska V. Vykorystannia internet-servisiv pid chas navchannia robototekhniki v umovakh dystantsiinoho navchannia [Use of Internet services during robotics training in distance learning conditions]. *Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v osviti*. 2021. 8. URL: <https://www.e-journals.npu.edu.ua/index.php/ikt/article/view/222/319>
8. Morze N., Strutynska O., Umryk M. Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity [Educational robotics as a promising direction for the development of STEM education]. *Elektronne naukovye fakhove vydannia "Vidkryte osvितnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu"*. 2018. 5. P. 178–187.
9. Tsidylo I. M., Kozibroda S. V. Model systemy pidhotovky maibutnykh inzheneriv-pedahohiv u haluzi komp'iuternykh tekhnolohii do vyvchennia ta zastosuvannia ontolohii komp'iuternykh system [Model of the training system for future engineer-pedagogues in the field of computer technologies for the study and application of ontologies of computer systems]. *Onovlennia zmistu, form ta metodiv navchannia i vykhovannia v zakladakh osvity: Naukovi zapysky Rivnenskoho derzhavnogo humanitarnoho universytetu*. 2017. Vyp. 16 (59). S. 154–158.
10. Carter Jr., Richard Al., et al. Self-regulated learning in online learning environments: strategies for remote learning. *Information and Learning Sciences*. 2020. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ILS-04-2020-0114/full/html>

11. Hehir E., Zeller M., Luckhurst J., Chandler T. Developing student connectedness under remote learning using digital resources: A systematic review. *Education and Information Technologies*. 2021. 26 (5). P. 6531–6548.
12. Kuong H. C. Enhancing online learning experience: From learners' perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. 191. P. 1002–1005.
13. Laux D., Luse A., Mennecke B. E. Collaboration, connectedness, and community: An examination of the factors influencing student persistence in virtual communities. *Computers in Human Behavior*. 2016. 57. P. 452–464.
14. Mavengere N., Henriksen-Bulmer J., Passmore D., Mayes H., Fakorede O., Coles M., Atfield-Cutts S. Applying innovative technologies and practices in the rapid shift to remote learning. *Communications of the Association for Information Systems*. 2021. 48. URL: <https://eprints.bournemouth.ac.uk/35044/3/Mavengere%5EJ%20Nicholas%20Blessing%20et%20al%20%28forthcoming%29%20%20Applying%20Innovative%20Technologies%20and%20Practices%20in%20the%20Rapid%20Shift%20to%20Remote%20Le.pdf>
15. Schultz R. B., DeMers M. N.. Transitioning from emergency remote learning to deep online learning experiences in geography education. *Journal of Geography*. 2020. 119 (5). P. 142–146.
16. Stone C., Springer M. Interactivity, connectedness and 'teacher-presence': Engaging and retaining students online. *Australian Journal of Adult Learning*. 2019. 59 (2). P. 146–169.
17. Taguchi N. Digitally mediated remote learning of pragmatics. *Foreign Language Annals*. 2020. 53 (2). P. 353–358.
18. Toquero C. M. Emergency remote education experiment amid COVID-19 pandemic. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*. 2021. 15. P. 162–176.