

СПЕЦИФІКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПРОГРАМІСТІВ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

THE SPECIFICS OF USING INTERNET TECHNOLOGIES IN TRAINING FUTURE SOFTWARE ENGINEERS WITHIN THE CONTEXT OF BLENDED LEARNING

Стаття присвячена проблемі розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів з використанням технологій інтернету речей в умовах змішаного навчання. Ця проблема стає все більш актуальною оскільки технології IoT швидко проникли в усі галузі життя і трансформують їх. Це створює збільшення попиту на інженерів програмістів які мають необхідну досвідченість. Їх формування і розвиток є одним із головних завдань сучасної освіти. В навчальних програмах з програмної інженерії часто не приділяється увага отриманню практичного досвіду, необхідного для розвитку обізнаності. Інтеграція технологій IoT у підготовку майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання відкриває нові можливості для розвитку творчого мислення і фаховості, набуття практичних навичок роботи з пристроями та платформами IoT.

Здійснено аналіз наукових досліджень, на основі якого виділені основні проблеми у підготовці майбутніх інженерів програмістів обґрунтовано, що методично виважене і доцільне використання технологій IoT в умовах змішаного навчання сприятиме більш активному розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів, підвищенню рівня їх ІКТ-компетентності, запровадженню інноваційних форм і методів навчання, забезпечить істотний зв'язок із природничо-науковим і математичним компонентами навчальної програми. При цьому поєднання знань з програмування, електроніки, природничо-математичних дисциплін буде сприяти розширенню кругозору студентів і розвитку творчого підходу в контексті реалізації інженерних проєктів.

Використання технологій IoT в процесі підготовки майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання на основі розробленої методики створює умови для розвитку їх професійної обізнаності і покращують їх академічну успішність та рівень підготовки, сприяють інтеграції теоретичних і практичних навичок, забезпечують істотний зв'язок між природничо-науковим і математичним компонентами навчальної програми. При цьому поєднання знань з програмування, електроніки, математики, фізики й інших дисциплін буде сприяти розширенню кругозору студентів та розвитку творчого мислення.

У рамках дослідження продемонстровано інтеграції IoT в освітній процес в контексті вирішення проблеми нестачі практичного досвіду у навчальних програмах програмної інженерії і сприяння розвитку необхідної обізнаності, міждисциплінарного мислення і практичних навичок.

Ключові слова: технології Інтернету речей, IoT, дослідницьке навчання, хмарні

сервісу, Arduino, освітнє середовище, змішане навчання, інженери-програмісти, програмування.

This article examines the development of awareness in future software engineers utilizing Internet of Things (IoT) technologies within a blended learning environment. This issue is increasingly relevant as IoT rapidly infiltrates and transforms all aspects of life, creating a growing demand for experienced software engineers. Training and developing these professionals is a key objective for modern education. Current software engineering curricula often fall short in providing the practical experience necessary for building this awareness. Integrating IoT technologies into the training of future software engineers through blended learning opens new avenues for fostering creative thinking and professional expertise, alongside hands-on skills with IoT devices and platforms.

We've analyzed scientific research to identify core challenges in preparing future software engineers. Our findings confirm that a methodologically sound and purposeful integration of IoT technologies into blended learning will actively enhance future software engineers' awareness, boost their ICT competence, and introduce innovative teaching methods. This approach also creates a vital link with the natural science and mathematical elements of the curriculum. By combining knowledge of programming, electronics, and natural science-mathematical disciplines, students can broaden their perspectives and develop a creative approach to real-world engineering projects.

Using IoT technologies in a blended learning setting, based on our developed methodology, cultivates professional awareness in future software engineers. This also improves their academic performance and overall preparedness. It helps bridge the gap between theoretical knowledge and practical skills, ensuring a strong connection between the natural science and mathematical components of their education. The blend of programming, electronics, mathematics, physics, and other disciplines broadens students' horizons and nurtures their creative thinking.

The authors aim to demonstrate how integrating IoT into the educational process can address the lack of practical experience often seen in traditional software engineering programs, thereby fostering the essential awareness, interdisciplinary thinking, and practical skills needed by future engineers.

Key words: Internet of Things, IoT, Inquiry-based learning, cloud services, Arduino, educational environment, blended learning, software engineers, Programming.

УДК 378.147:004.77:004.42

DOI <https://doi.org/10.32782/ip/85.2.39>

Гриб'юк О.О.,

канд. пед. наук,
провідний науковий співробітник,
старший дослідник
Інституту цифровізації освіти
Національної академії
педагогічних наук України

Фільченко О.П.,

аспірант відділу технологій
відкритого навчального
Інституту цифровізації освіти
Національної академії
педагогічних наук України

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Глобалізація сприяє надзвичайно швидкому розвитку науки, знань і технологій, зокрема, Інтернету речей (IoT). На чотирирічному інженерному рівні сьогоденні студенти інженерних спеціальностей не отримують освіти з новими цифровими технологіями які трансформують робоче місце [29]. Майбутні інженери-програмісти не отримують практичних навичок роботи з пристроями і платформами IoT необхідного для їх підготовки. Тому інтеграція IoT в освіту є не лише бажаною, але й необхідною для підготовки майбутніх інженерів-програмістів до життя і роботи в цифровому світі. В нормативних і законодавчих документах України зазначається що формування і розвиток цифрових навичок і цифрових компетентностей в суспільстві здійснюється шляхом: здобуття особою цифрової освіти з використанням інформаційних ресурсів, нових освітніх технологій і цифрових освітніх ресурсів, спрямованих на підвищення рівня цифрових навичок та цифрових компетентностей [4]. В свою чергу згідно Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження комплексної програми забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін» основними завданнями є підвищення рівня забезпеченості загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін, а також розроблення комплексів програмно-методичного забезпечення для використання сучасних технічних засобів навчання [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використанню інноваційних методів навчання, зокрема повномасштабній інтеграції інформаційно комунікаційних технологій, для підвищення якості навчання були присвячені праці В. Бикова, А. Гуржія, М. Жалдака, Н. Морзе, Є. Полата, С. Ракова, О. Спіріна. Велика кількість наукових досліджень присвячених використанню інноваційних методів навчання, зокрема застосуванню технологій IoT в освіті відображає актуальність цієї проблеми. Дослідженням питання з використанням передових технологій навчання, а саме всебічному впровадженню технологій IoT як складової освітньої системи займалися М. Arshad [7], М. Bakri [5], F. De Franco [20], G. Fernandez [6], I. Ghashim [7], J.G Gomez [8], S. Khan [28], O. Hrybiuk [1, 9, 10], G. Kortuem [21], M. Li, D. Möller [24], G. Mullett [25], X. Pei [26], H. Vakilzadian [24], R. Xue [20], J. Zalewski [30], X. Zhong [31] та інші.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Залишається недостатньо дослідженою проблема інтеграції технологій IoT в освітній процес, недостатньо досліджено особливості розвитку обізнаності майбутніх

інженерів-програмістів з використанням технологій IoT в умовах змішаного навчання. Також наразі відсутні стандарти і нормативні документи, які б регламентували застосування технологій IoT в освіті.

Мета статті полягає в обґрунтуванні можливостей використання технологій Інтернету речей у підготовці майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У традиційних навчальних програмах з програмної інженерії іноді не вистачає практичного досвіду, необхідного для розвитку навичок необхідних майбутнім інженерам-програмістам. Вони повинні мати глибоке розуміння принципів, протоколів і сучасних технологій, щоб ефективно зробити свій внесок у цю сферу, що швидко розвивається. Процес інтеграції фізичних можливостей із цифровими технологіями вимагає поєднання кількох важливих елементів промислової революції 4.0, починаючи від штучного інтелекту, хмарних обчислень, аналізу великих даних і кібербезпеки до Інтернету речей [22].

Саме технології IoT є одним з перспективних інструментів в умовах змішаного навчання майбутніх інженерів-програмістів. Вони інтегрують різні пристрої, такі як датчики, виконавчі пристрої та контролери, для автоматизації й оптимізації функцій. Технології IoT дозволяють збирати, аналізувати і візуалізувати дані в режимі реального часу, надаючи студентам можливості взаємодіяти з розумними системами і розвивати практичні навички. Також технології IoT здатні масштабувати інтерактивність і інтелектуальну реакцію між об'єктами, є достатнім капіталом для внеску в процес викладання і навчання, особливо у збільшенні інтерактивності між учасниками, які навчаються з навчальними об'єктами, між іншими учасниками дослідження і між об'єктами навчання [9].

Пропоновані системи ґрунтуються на принципах програмної інженерії, включаючи проєктування систем, програмування й аналіз даних, що робить їх ідеальним інструментом для викладання концепцій програмної інженерії [9]. Змішане навчання, пропонує гнучку й ефективну основу впровадження технологій IoT оскільки поєднує онлайн і очне навчання. Впровадження технологій IoT в освітній процес сприятиме підвищенню рівня мотивації і пізнавальної активності студентів, формуванню їх готовності використовувати свої знання в реальних життєвих ситуаціях. Інтернет речей дасть змогу змінити спосіб взаємодії між студентами і викладачами в процесі дослідницького навчання і виховання [7].

Технології IoT, застосовані як інструмент для підтримки навчального процесу, покращують академічну успішність учнів. Крім того, використання реальних об'єктів і застосування їх як навчального

ресурсу через IoT сприяє осмисленому навчанню, оскільки дозволяє пов'язати конкретні знання з реальним контекстом [8]. Таким чином інтеграція технологій IoT у підготовку майбутніх інженерів відкриває нові можливості для розвитку практичних навичок, міждисциплінарного мислення і досвідченості, необхідних для успішної кар'єри інженера-програміста.

В експериментальному дослідженні, спрямованому на розвиток обізнаності майбутніх інженерів-програмістів з використанням технологій IoT в умовах змішаного навчального середовища, проводився пошук, збір і аналіз наукових досліджень, публікацій і літератури присвячених можливостям і викликам застосування Інтернету речей в освіті. При цьому враховувалися рівень підготовки і здатність студентів до вирішення складних технологічних проблем.

У рамках дослідження здійснено оцінювання доцільності інтеграції компонентів методичної системи у контексті використанні технологій Інтернету речей у процесі підготовки майбутніх інженерів-програмістів.

Зібрані дані стосувалися питання виокремлення доцільності використання ресурсів, специфічних для концепції IoT. У рамках експериментального дослідження перевірялися наявні зв'язки між уподобаннями студентів щодо конкретних ресурсів, пов'язаних з IoT і програмною інженерією, та їх рівнем підготовки, особливо в областях, що стосуються системного мислення, аналізу даних і розробки алгоритмів, ефективність добору інформаційних ресурсів, включаючи платформи IoT, обладнання для виконання лабораторних робіт необхідних для підвищення мотивації учнів і ефективності процесу змішаного навчання.

Для оцінювання ставлення студентів до цих компонентів, орієнтованих на IoT, було розроблено відповідні критерії [10]. Результати дослідження показують, що забезпечення ефективного формування професійної обізнаності майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання можливе за допомогою інтеграції методологічної системи орієнтованої на використанні технологій IoT, які враховують взаємодію внутрішніх (психологічні і когнітивні особливості студентів) і зовнішніх факторів (педагогічні стратегії).

Важко виділити конкретну особу, яка першою запропонувала використовувати технології IoT в освіті. Це був скоріше еволюційний процес, у якому брали участь багато дослідників, педагогів і технологічних компаній, які почали застосовувати доступні датчики, технології бездротового зв'язку і хмарних обчислень в освіті.

Закони про освіту і стандарти які впроваджувались останнім часом в Україні передбачають перехід від отримання студентами знань і навичок до розвитку навичок, що відповідають сучасним

вимогам, які ставляться промисловістю і суспільством. Використання технологій IoT в процесі навчання майбутніх інженерів-програмістів може стати інструментом об'єднання між іншими дисциплінами, що містяться в навчальному плані. При цьому, попри значні переваги, впровадження IoT в освітньому середовищі стикається з критичними викликами: *сумісність обладнання* – пристрої від різних виробників часто несумісні, що ускладнює обмін даними і взаємодію, обмежуючи потенціал «розумних» освітніх екосистем; *складність масштабування* – розширення IoT -інфраструктури є дорогим і складним без уніфікованих архітектурних підходів; *економічна доцільність* і «прив'язка до постачальника» – освітні заклади можуть стати залежними від конкретних постачальників, що ускладнює перехід до інших рішень; *обмеження інновацій* – ресурси можуть відволікатися на вирішення базових проблем інтеграції замість розробки нових педагогічних підходів; *кібербезпека і приватність даних* – це найбільший виклик. Освітні установи обробляють значні обсяги чутливих даних (особисті дані студентів).

Більшість IoT-пристроїв вразливі до зовнішніх атак (вразливості ПЗ, незахищені канали зв'язку, витоки інформації, шкідливі програми). Щоб протистояти цим ризикам, необхідно розробляти ефективні механізми захисту, включаючи стандарти, тестування обладнання і регулярні оновлення ПЗ. Наразі відсутні єдині, універсальні стандарти для застосування IoT в освіті, хоча існує понад 200 загальних стандартів і рекомендацій, що стосуються Інтернету речей. Для ефективного і безпечного впровадження IoT в освіті важливо застосовувати існуючі загальні стандарти. Основні напрямки стандартизації IoT включають: *архітектура IoT*. Стандарти, що визначають структуру, термінологію і компоненти систем IoT, наприклад, ISO/IEC 30141 «Інтернет речей (IoT) – Еталонна архітектура». Цей стандарт пропонує спільне розуміння систем IoT, визначаючи взаємодію з фізичним світом, багаторівневу архітектуру, модульність, компонування і чіткий поділ функціональних можливостей і керування. Це забезпечує системність, сумісність, масштабованість і безпеку рішень; *зв'язок, підключення та передача даних*. Стандарти організації мереж (наприклад, OneM2M, ETSI TS 103 267 V2.1.1, W3C, 6LoWPAN, Matter, IEEE 802.11, Zigbee, Thread, OMA LWM2M); *програмне забезпечення й інтелектуальні сервіси*: Стандарти управління системами IoT; *збір, обробка, вивчення й інтерпретація даних; безпека, кібербезпека і конфіденційність*: Це критично важливо, оскільки IoT-системи взаємодіють з фізичним світом і обробляють чутливі дані. Стандарти, такі як IEC 62443 [15], ISO 27000 [16], ISO/IEC 27400 [12], NIST Cybersecurity Framework [17], GDPR [18] і IEEE P2413 [19], надають рамки для

побудови безпечних IoT-систем, захисту даних, шифрування, автентифікації і контролю доступу; *використання IoT в різних сферах*: промисловість, «Розумне місто», «Розумний будинок», охорона здоров'я.

Розглянемо основні терміни й означення: *Інтернет речей* (Internet of Things) (IoT) – інфраструктура взаємопов'язаних сутностей, людей, систем і інформаційних ресурсів разом із сервісами, яка обробляє і реагує на інформацію з фізичного світу і віртуального світу [31]; *носії* (wearable device) – пристрій IoT, призначений для роботи поруч із тілом, на ньому або всередині нього [14]; *сенсор* – пристрій IoT з можливістю зондування [14]; *пристрій IoT* (IoT device) – кінцева точка, яка взаємодіє з фізичним світом за допомогою зондування або активації [14]; *зондування* (sensing) – спостереження за однією або декількома властивостями фізичної сутності і перетворення цих властивостей у інформацію [14]; *кінцева точка* (endpoint) – компонент, який відкриває і використовує один або декілька мережевих інтерфейсів [14]; *безпека* (safety) – стан, в якому ризик заподіяння шкоди (особам) або шкоди обмежений до прийняттого рівня [14]; *архітектура IoT* (architecture) – стандарти, що визначають структуру архітектури IoT, загальну термінологію, основні компоненти систем IoT та їх інтеграцію. *Архітектура* – сукупність фундаментальних понять або властивостей сутності в її оточенні [13]; *компонент* (component) – модульна, розгорнута і заміна частина системи [13]; *система IoT* (IoT system) – система, що забезпечує функціональні можливості IoT. Система IoT може включати, але не обмежуватися пристроями IoT, шлюзами IoT, датчиками і виконавчими пристроями [14]. Система IoT також взаємодіє з фізичною сутністю, що представляє інтерес, за допомогою датчика або актуатора в компонентах IoT. IoT-системи відрізняються від звичайних IT-систем здатністю безпосередньо взаємодіяти з фізичним світом [11]; *дані* (data) – символ або символи, представлені в цифровому і формалізованому вигляді, придатні для обміну, зберігання, інтерпретації або обробки [14]; *інформація* (information) – дані, які в певному контексті мають особливе значення [14]; *мережа* (network) *мережа передачі даних* (data network) – цифрова мережа інфраструктура, яка з'єднує набір кінцевих точок, що дозволяє обмінюватися даними між цифровими сутностями, доступними через них [14]; *конфіденційність* (confidentiality) – означає те, що інформація не надається або не розголошується неуповноваженим фізичним, юридичним особам або процесам [14]; *платформа IoT* (IoT platform) – інфраструктура, яка забезпечує розгортання, керування й експлуатацію пристроїв IoT [12]; *пристрій IoT* (IoT device) – кінцева точка, яка взаємодіє з фізичним світом за допомогою

зондування або активації [11]; *надійність IoT* (IoT trustworthiness) – означає ступінь, до якого системі можна довіряти в тому, що вона працює належним чином і досягає як функціональних, так і нефункціональних цілей. Надійність включає низку факторів, включаючи надійність, захищеність, стійкість, безпеку, вплив на навколишнє середовище, етику й інші [11]; *доступність* (availability) – властивість бути доступною і придатною для використання на вимогу уповноваженої особи. Системи IoT можуть включати як користувачів-людей, так і компоненти послуг як «авторизовані суб'єкти» [11]. Стандартом [13] підкреслюється, що доступність охоплює як доступність функцій і послуг у системі IoT або середовищі IoT, так і постійний доступ до життєво важливих даних. Доступність пристрою пов'язана як з притаманними йому властивостями коректної роботи протягом тривалого часу, так і з підключенням пристрою до мережі. Доступність даних – це здатність системи отримувати запитувані дані з системи або компонента. Доступність сервісів пов'язана з можливістю системи надавати запитувану послугу користувачам.

У пропонованому дослідженні під дослідницьким навчанням розуміється як освітній підхід, за якого студенти вирішують дослідницьку проблему. Ця проблема має заздалегідь визначене рішення але вимагає від студентів пройти основні етапи наукового дослідження: формулювання проблеми, яку потрібно вирішити, ознайомлення з теоретичними знаннями, що стосуються теми, вибір відповідних методів дослідження й отримання практичних навичок, збір, аналіз, систематизацію отриманого навчального матеріалу і формулювання загальних висновків [9].

В процесі навчання мета дослідницької діяльності полягає у набутті студентами дослідницьких умінь як способу засвоєння дійсності, в розвитку здібностей до дослідницького способу мислення, в розвитку інтелекту [1].

Існуючі програми підготовки майбутніх інженерів-програмістів зазвичай пропонують вже готові рішення, що не дає студентам можливості формувати нові навички на основі отриманого ними власного пізнавального досвіду. Навчальний курс, присвячений технологіям Інтернету речей «Розумний будинок», забезпечує істотний зв'язок із природничо-науковим і математичним компонентами навчальної програми. Системи «Розумний будинок» інтегрують різні пристрої IoT, такі як датчики, виконавчі пристрої і контролери, для автоматизації та оптимізації побутових функцій. Технології IoT дозволяють збирати, аналізувати і візуалізувати дані в режимі реального часу, надаючи студентам можливості взаємодіяти з розумними системами та розвивати практичні навички. Ці системи ґрунтуються на принципах програмної інженерії, включаючи проектування систем, програмування

і аналіз даних, що робить їх ідеальним інструментом для викладання концепцій програмної інженерії. При цьому поєднання знань з програмування, електроніки, математики, фізики і інших дисциплін буде сприяти розширенню кругозору студентів та розвитку міждисциплінарного мислення.

Технології Інтернету речей (IoT) як засіб розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів. Розроблена методика формування професійної обізнаності майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання інтегруватиме як традиційні педагогічні інструменти (схеми, моделі, діаграми) так і сучасні IoT технології (хмарні платформи, 3D-моделі і симуляції, віртуальні представлення пристроїв та середовищ Інтернету речей для практичних експериментів без обмежень фізичного обладнання). Поєднуючи теоретичні знання, надані через онлайн-модулі, з практичним досвідом роботи в лабораторіях – як віртуальних, так і фізичних – ця методика сприятиме глибокому розумінню концепцій Інтернету речей. Вона дозволить студентам не лише вивчати Інтернет речей, але й активно створювати, тестувати і усувати несправності, тим самим розвиваючи критичні навички дослідження та вирішення проблем, необхідні для майбутніх інженерів-програмістів.

Використання технологій IoT дозволить створювати віртуальні моделі об'єктів для моделювання поведінки взаємопов'язаних пристроїв і тестування різних конфігурацій, досліджувати аналітичні залежності між фізичними величинами, що вимірюються IoT-пристроями, візуалізувати дані датчиків в режимі реального часу: підключатися до реальних пристроїв IoT або змодельованих потоків даних для спостереження і аналізу, експериментувати з протоколами зв'язку, створювати і тестувати робочі процеси прийому, зберігання й обробки даних у хмарних сервісах IoT. При цьому важливим є те що визначений об'єкт або характеристика IoT, у т.ч. температура, вологість, інтенсивність освітлення, координати пристроїв, швидкість руху, можуть служити динамічним параметром [9], який студенти можуть змінювати. Це безпосередньо впливатиме на візуальні представлення і зворотний зв'язок у їхньому навчальному середовищі. З використанням технологій IoT студенти зможуть отримувати цілісне бачення систем і концепцій викладених у навчальних матеріалах, що буде сприяти глибшому, інтуїтивному розумінню того, як функціонують ці системи та як ефективно їх проектувати, розробляти й усувати несправності. Такий підхід розвиває дослідницьке мислення і навички вирішення проблем, що є важливим для майбутніх інженерів-програмістів у галузі Інтернету речей.

Одним із інструментів технології IoT, які використовуються в середовищі змішаного навчання є Arduino – апаратні і програмні засоби для побудови і прототипування моделей та експериментів

у галузі електроніки, автоматизації, програмування і робототехніки. Це навчання відбувається на платформі Tinkercad, яка є доступною і логічно структурованою і тому сприятливою для освіти. Його хмарний характер особливо корисний, оскільки дані розміщуються на серверах у хмарі, що забезпечує доступ з різних пристроїв, підключених до Інтернету. Ця модель доступу до ІКТ сприяє розвитку навичок командної роботи, критично важливих для сучасних ІТ-фахівців. Ключова перевага комплексу Arduino полягає в його відкритій доступності, адаптивності до різноманітних цілей і завдань робить його доволі універсальним інструментом для навчання.

При використанні технологій IoT застосовуються датчики, які розрізняються за: принципом роботи (оптичні, індуктивні, механічні тощо), параметром, що вимірюється (переміщення, тиск, відстань, температура, значення рівня pH, інтенсивність освітлення, присутність об'єктів тощо), вихідним сигналом (аналоговий, цифровий, двійковий тощо).

Основні типи IoT-датчиків для підключених пристроїв: *акселерометри* вимірюють прискорення – зміну швидкості, напрямку і інтенсивності руху; *гіроскопічні датчики* – вимірюють кутову швидкість або швидкість обертання навколо осі; *датчики температури* – вимірюють кількість тепла, що генерується з певної області або об'єкта і перетворюють результати на дані; *датчики наближення* – виявляють наявність або відсутність об'єктів поблизу датчика без фізичного контакту; *датчики руху* – виявляють фізичний рух у певній зоні; *датчики тиску* – вимірюють підвищення і падіння тиску, що прикладається до рідини або газу; *хімічні і газові датчики* – виявляють хімічні зміни, такі як радіація і рівень pH у повітрі або рідині; *датчики рівня* – виявляють рівень різних речовин, включаючи порошки, гранульовані матеріали і рідини; *датчики вологості* – вимірюють кількість водяної пари в повітрі; *інфрачервоні датчики* – вимірюють інфрачервоне випромінювання для визначення характеристик і змін у навколишньому просторі; *датчики світла* – виявляють зміни у світлі, збираючи дані про такі змінні, як інтенсивність світла, його варіація і тривалість та перетворюють їх на електричні сигнали; *датчики потоку* – вимірюють швидкість потоку рідини або газу, що проходить повз певну точку в трубі або трубопроводі; *датчики зображення* – перетворюють оптичні зображення на сигнали і зазвичай використовуються для відображення або зберігання файлів в електронному вигляді; *датчики електричного струму* – вимірюють кількість електрики, що проходить через дріт, контролюючи магнітне поле, яке струм генерує вздовж дроту; *датчики вібрації* – вловлюють коливання, записуючи їх частоту, швидкість, амплітуду й інші змінні;

біомедичні сенсори вимірюють життєво важливі показники людини, такі як частота серцевих скорочень і рівень кисню.

Нижче наведено приклад виконання лабораторної роботи «Сенсори системи «Розумний будинок» (див. Таблицю 1). Ознайомлення з основними типами сенсорів, їх характеристиками і функціями». Під час виконання цієї роботи студенти знайомляться з теоретичним матеріалом, вивчають будову і принцип роботи різних типів сенсорів, характеристики, способи підключення. Наприклад в теоретичній частині, що стосується роботи датчика руху, пропонується навчальні матеріали для ґрунтовного опрацювання і подальшого виконання завдань.

Навчальний курс у рамках дослідження складається з циклу лабораторних робіт. Наприклад, лабораторна робота № 1 присвячена нижченаведеним питанням. Основи системи «Розумний будинок». Ознайомлення з основними компонентами системи «Розумний будинок». Огляд основних компонентів системи «Розумний будинок»: сенсори, виконавчі механізми, контролери, інтерфейси. Вивчення принципів роботи і характеристик різних типів. Сенсори мехатронних систем: види датчиків і принципи їх роботи; основні характеристики датчиків; електроконтактні датчики; оптичні датчики; електромагнітні датчики; ультразвукові датчики; датчики температури; датчики вологості.

Приклад ходу роботи і реалізації програмного коду наведено нижче (див. Таблиця 2).

Лабораторна робота № 2. Питання, що обговорюється: Основи програмування для систем «Розумний будинок», контролери і сценарії автоматизації. Розробка програмного забезпечення для управління побутовими пристроями, такими як

датчики освітлення, руху і температури. Програмування мікроконтролера Arduino. Основи програмування на C/C++ для Arduino. Робота з цифровими й аналоговими портами. Використання бібліотек для роботи з сенсорами і іншими пристроями.

Лабораторна робота № 3. Питання, що обговорюється: Інтеграція сенсорів і виконавчих механізмів. Вибір і інтеграція сенсорів (температурні, освітленості, руху) та виконавчих механізмів (реле, мотори) у систему «Розумний будинок». Налаштування і підключення сенсорів та механізмів до центрального контролера, тестування їх взаємодії. Калібрування сенсорів і обробка отриманих даних. Розробка програм для зчитування даних з сенсорів і передачі їх на контролер.

Лабораторна робота № 4. Питання, що обговорюється: Розробка сценаріїв автоматизації на основі зібраних даних, принципи створення умовних тригерів і реакцій. Розробка і тестування сценаріїв для управління системами «Розумний будинок». Підключення і програмування виконавчих механізмів (реле, двигуни, сервоприводи). Розробка програм для керування виконавчими механізмами на основі даних, отриманих від сенсорів.

Лабораторна робота № 5. Питання, що обговорюється: Основи створення інтерфейсів для взаємодії користувача з системою «Розумний будинок», мобільні додатки, веб-інтерфейси. Розробка мобільних і веб-додатків для контролю та моніторингу систем «Розумний будинок», інтеграція з існуючими системами. Візуалізація даних, отриманих від сенсорів і керування виконавчими механізмами через веб-інтерфейс.

Лабораторна робота № 6. Питання, що обговорюється: Планування і реалізація комплексного проекту системи «Розумний будинок». Розробка

Таблиця 1

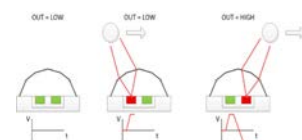
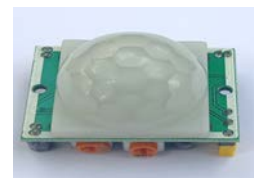
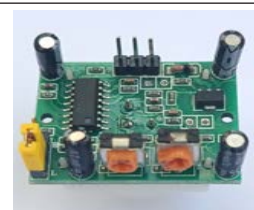
Приклад виконання лабораторної роботи

Датчик руху – це пристрій для отримання інформації про переміщення об'єктів, стан контрольованої ним системи, що обробляє дані про зміну характеристик досліджуваної області в сигнал, зручний для подальшого використання: виявлення рухів людини на визначеній території; повідомлення про пошкодження віконних конструкцій;

- повідомлення про спроби проникнення;
- передача даних для автоматичного запуску необхідних дій у разі виявлених змін.

Технічні характеристики: дальність виявлення: 0–7 м

- кут спрацьовування: 110° на відстані до 7 м
- напруга живлення: 4.5–12 В
- вихідна напруга логічного рівня: 0–3.3 В
- час затримки: 0.3–300 секунд
- споживаний струм: 65 мА
- робочі температури: -20+50 °C
- розміри: 32x24 мм

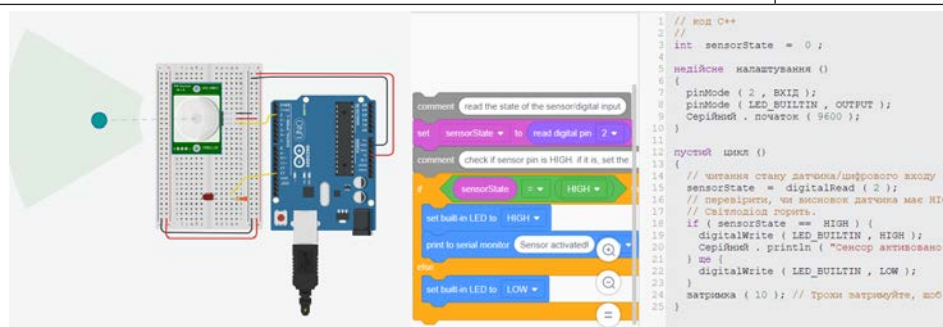
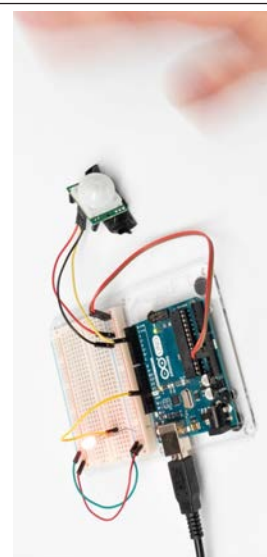


Таблиця 2

Приклад виконання лабораторної роботи

Хід роботи

1. Ознайомтесь з теоретичними даними
2. Підготуйте таблицю для запису результатів вимірювань і обчислень.
3. Намалюйте принципову електричну схему пристрою;
4. Напишіть тестову програму у середовищі Arduino IDE із використанням цифрових входів/ виходів на DCC Arduino Uno.
5. З'єднайте елементи й обладнання згідно схеми.
6. Підключіть USB-кабель і виберіть свою плату і порт у меню інструментів програми.
7. Введіть програму
8. Проведіть вимірювання залежності спрацювання (рівня сигналу) від відстані від об'єкта руху до датчика
8. Використовуючи викрутку, щоб регулювати чутливість і час спрацювання, простежте за роботою схеми.
10. Виведіть результати на консоль результатів і керуйте світлодіодом в залежності від руху
9. Зробіть висновки
10. Оформіть звіт



Збірка схеми та написання коду на платформі Tinkercad

і реалізація комплексного проекту системи «Розумний будинок», включаючи всі етапи: проектування, програмування, інтеграція, тестування і налаштування.

Як видно з представленої переліку лабораторних робіт, під час їх виконання студенти знайомляться з фізичними основами роботи сенсорів, їх характеристиками, схемами підключення, розробляють програмне забезпечення для мікроконтролера Arduino, розробляють сценарії автоматизації на основі зібраних даних, розробляють веб-додатки для контролю та моніторингу систем.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Технології IoT можуть стати ефективним засобом розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання. Поліаспектність дослідницького навчання учнів з використанням компонентів КОМСДН поєднує інформаційний, психологічний і дидактичний аспекти [1].

Інформаційний аспект розглядається у дослідженні в контексті здатності системи (чи процесу) надавати доступ до нової інформації, знань або даних; ефективно відбирати, фільтрувати і структурувати релевантну інформацію з величезного

масиву даних (інформацію про характеристики і принципи роботи датчиків, прикладів коду, документації хмарних сервісів, найкращих практик кібербезпеки, тощо), які є актуальними та перевіреними; підвищення досвідченості у використанні інформаційних ресурсів [13].

Психологічний аспект використання IoT в процесі підготовки майбутніх інженерів-програмістів відображає: можливість адаптувати навчальний процес до індивідуальних інтересів і потреб студентів, створюючи для них комфортне та ефективне середовище для взаємодії зі знаннями і завданнями; стимулювання інтересу до навчання, розширення кругозору і сприяння глибшому розумінню складних концепцій. Інтерактивні моделі дозволяють студентам не просто запам'ятовувати інформацію, а активно досліджувати її, виявляти причинно-наслідкові зв'язки і бачити явища в динаміці; створюють сприятливі умови для ефективної взаємодії між учасниками освітнього процесу.

Дидактичний аспект щодо використання IoT характеризується можливістю реалізувати наступні принципи навчання: наочності, доступності і посиленості навчання, зв'язок теорії з практикою, свідомості й активності, принцип міцності знань,

умінь і навичок, принцип індивідуального підходу до учнів, принцип емоційності навчання [13].

Переваги використання технологій IoT як засобу розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання: доступність, інтерактивність, можливість охопити кілька навчальних тем і проведення лабораторних робіт на єдиній платформі, можливість проводити дослідження без ризику для здоров'я й обладнання, врахування індивідуальних інтересів і потреб студентів.

Недоліки використання технологій IoT: обмеження доступу до практичного навчання і студентів, які не можуть дозволити собі власне обладнання або не мають доступу до якісного, відсутність підготовлених викладачів і технічного персоналу, залежність від стабільності інтернет-з'єднання і хмарних сервісів, безпекові ризики в навчальному середовищі, надмірний фокус на інструментах замість фундаментальних принципів (студенти можуть занадто зосередитися на вивченні конкретних інструментів і платформ замість глибокого розуміння базових принципів програмування, мереж, операційних систем, алгоритмів, які є основою для будь-яких IoT-систем).

Використання технологій IoT в процесі підготовки майбутніх інженерів-програмістів в умовах змішаного навчання на основі розробленої методики створює умови для розвитку їх професійної обізнаності і покращують їх академічну успішність, оскільки надає можливість проводити навчання у дистанційній і змішаній формі завдяки доступу до сучасних технологій.

На підставі аналізу результатів дослідження можна зробити висновок, що студенти в процесі дослідницького навчання при виконанні реальних проєктів активніше і більш усвідомлено вирішують задачі оскільки пов'язують отриманні теоретичні знання з реальним контекстом. При цьому використання технологій IoT сприяє забезпеченню коректного зв'язку інваріантної і варіативної компонентів освітньої програми, а поєднання знань із програмування, електроніки, природничо-математичних дисциплін реалізовує розширення кругозору студентів і забезпечує розвиток міждисциплінарного мислення в контексті змішаного навчання.

У рамках дослідження планується уточнити компоненти методики розвитку обізнаності майбутніх інженерів-програмістів з використанням технологій Інтернету речей в умовах змішаного навчання, що сприятимуть підвищенню ефективності навчання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гриб'юк О. Система динамічної математики GeoGebra як засіб підтримки загальних і спеціальних здібностей учнів в процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу: з досвіду роботи. Фізико-математична освіта. 2020. №2(24). С. 37–51. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-006> (дата звернення: 08.01.2025).

2. Кривонос О. М., Кузьменко Є. В., Кузьменко С. В. Огляд та перспективи використання платформи Arduino Nano 3.0 у вищій школі. Information Technologies and Learning Tools. 2016. Т. 56, № 6. С. 77. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v56i6.1506> (дата звернення: 11.02.2025).

3. Про затвердження Комплексної програми забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних і технологічних дисциплін: Постанова Каб. Міністрів України від 13.07.2004 № 905 : станом на 13 груд. 2004 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/905-2004-p#Text> (дата звернення: 18.06.2025).

4. Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та затвердження плану заходів з її реалізації : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-p#Text> (дата звернення: 08.07.2025).

5. Bakri M. A. Studi Awal Implementasi Internet Of Things Pada Bidang Pendidikan. JREC (Journal of Electrical and Electronics). 2016. 4(1). P. 18–23. URL: <https://doi.org/10.33558/jrec.v4i1.565/> (date of access: 27.03.2025).

6. Fernandez G. C., Ruiz E. S., Gil M. C., Perez, F. M., "From RGB led laboratory to servomotor control with websockets and IoT as educational tool," Proceedings of 2015 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Bangkok, Thailand. 2015. P. 32–36. URL: https://www.academia.edu/83168753/From_RGB_led_laboratory_to_servomotor_control_with_websockets_and_IoT_as_educational_tool (date of access: 28.04.2025).

7. Ghashim, I.A.; Arshad, M. Internet of Things (IoT)-Based Teaching and Learning: Modern Trends and Open Challenges. Sustainability. 2023.15. URL: <https://doi.org/10.3390/su152115656> (date of access: 14.04.2025).

8. Gómez J. et al. Interaction system based on internet of things as support for education //Procedia Computer Science. 2013. 21. P. 132–139. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.019>. (date of access: 16.05.2025).

9. Hrybiuk O., Vedyshcheva O., Lukavyi P., Ivaniuk A. and Kulish N. "Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0." ICTERI Workshops 2020. P. 770–785. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200756.pdf> (date of access: 14.04.2025).

10. Hrybiuk O. The Utilisation of Artificial Intelligence Technologies by Mathematics Teachers in The Process of Research-Based Learning to Motivate Students' Learning And Cognitive Activity: An Investigation of The Challenges, Threats and Prospects. 2024. 11. P. 116–126. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/742558> (date of access: 15.04.2025).

11. ISO/IEC 20924:2024(en) Internet of Things (IoT) and digital twin – Vocabulary. URL: <https://www.iso.org/standard/88799.html> (date of access: 21.05.2025).

12. ISO/IEC 27400:2022 Cybersecurity – IoT Security and Privacy. URL: <https://www.iso.org/standard/44373.html> (date of access: 24.03.2025).

13. ISO/IEC 30141:2024, Internet of Things (IoT) – Reference Architecture. URL: <https://www.iso.org/standard/88800.html> (date of access: 24.05.2025).

14. IEC 62872-2:2022 Industrial-process measurement, control and automation – Part 2: Internet of Things (IoT) – Application framework for industrial facility demand response energy management. URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/63419> (date of access: 17.06.2025).
15. IEC 62443-2-1 Security for industrial automation and control systems – Part 2-1: Security program requirements for IACS asset owners. URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/62883> (дата звернення: 19.06.2025).
16. ISO/IEC 27000:2018 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/73906.html> (date of access: 22.05.2025).
17. NIST Cybersecurity Framework 2.0. URL: <https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.29> (date of access: 24.03.2025).
18. Article 22 GDPR. Automated individual decision-making, including profiling. URL: <https://gdpr-text.com/read/article-22/> (date of access: 27.04.2025).
19. IEEE 2413 Standard for a Reference Architecture for Power Distribution IoT URL: <https://sagroups.ieee.org/2413/> (date of access: 11.06.2025).
20. Joanna F. De Franco and Mohamad Kassab What Every Engineer Should Know About the Internet of Things. 2021. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003027799> (date of access: 12.06.2025).
21. G. Kortuem et al. Educating the Internet-of-Things Generation/ Computer. 2013. Vol. 46. no. 2. P. 53–61. URL: <https://doi.org/10.1109/mc.2012.390> (date of access: 08.06.2025).
22. Megawati, S. Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. JIEET. 2021. 5(1). P. 19–26. <https://doi.org/10.26740/jieet.v5n1.p19-26> (date of access: 24.03.2025).
23. Motyl, Barbara & Baronio, Gabriele & Uberti, Stefano & Speranza, Domenico & Filippi, Stefano How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey Procedia Manufacturing. 2017. Vol. 11. P. 1501–1509. URL: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.282> (date of access: 12.06.2025).
24. Möller, D. P., Haas, R., Vakilzadian, H., "Ubiquitous learning: teaching modeling and simulation with technology," Grand Challenges on Modeling and Simulation Conference. Toronto. 2013. P. 24. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2557668.2557692> (date of access: 13.06.2025).
25. Mullett Gary J. Industry 4.0 or the Industrial Internet of Things (IIoT) – its future impact on two-year engineering technology education. ASEE. 2022. URL: <https://peer.asee.org/industry-4-0-or-the-industrial-internet-of-things-iiot-its-future-impact-on-two-year-engineering-technology-education.pdf> (date of access: 03.06.2025).
26. Pei X. L., Wang X., Wang Y. F., Li, M. K., "Internet of Things based education: definition, benefits, and challenges," Applied Mechanics and Materials. 2013. vol. 411. P. 2947–2951. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.411-414.2947. (date of access: 24.03.2025).
27. Richert A., Shehadeh M., Plumanns L., Groß K., Schuster K. and Jeschke S., Educating engineers for industry 4.0: Virtual worlds and human-robot-teams: Empirical studies towards a new educational age IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2016. P. 142–149. URL: https://www.researchgate.net/publication/304563491_Educating_engineers_for_industry_4_0_Virtual_worlds_and_human-robot-teams_Empirical_studies_towards_a_new_educational_age (date of access: 10.06.2025).
28. Shakir Khan Modern Internet of Things as a Challenge for Higher Education International Journal of Computer Science and Network Security, 2018. VOL. 18. No.12. P. 34–41. URL: http://paper.ijcsns.org/07_book/201812/20181205.pdf (date of access: 10.06.2025).
29. Xue R., Wang L., Chen J. Using the IOT to construct ubiquitous learning environment //Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering. – IEEE, 2011. P. 7878–7880. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5988881> (date of access: 08.06.2025).
30. Zalewski J., Gonzalez F. Evolution in the Education of Software Engineers: Online Course on Cyberphysical Systems with Remote Access to Robotic Devices. International Journal of Online Engineering (iJOE). 2017. Vol. 13. no. 08. P. 133. URL: <https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i08.7377> (date of access: 08.06.2025).
31. Zhong X, Liang Y. Raspberry Pi: An Effective Vehicle in Teaching the Internet of Things in Computer Science and Engineering. Electronics. 2016. 5(3):56. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics5030056> (date of access: 24.03.2025).