

- [7] Chapple D., Weir B., San Martin R. Can the Incorporation of Quick Response Codes and Smartphones Improve Field-Based Science Education?, *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 2017, 25 (2), pp. 49-71. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: URL <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/CAL/article/view/11525> (in English)
- [8] Dmitrenko N., Voloshyna O., Kizim S., Mnyshenko K., Nahorniak S. Smart Education in the Prospective Teachers' Training. CTE Workshop Proceedings of ACNS Conference on Cloud and Immersive Technologies in Education, 2023, 3364, vol.10, pp. 38-53. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.v10> (in English)
- [9] Gurevych R. S., Dmitrenko N. Ye., Petrova A. I., Podzygun O. A., Opushko N. R. Use of an e-textbook for pre-service teachers in autonomous learning of English for specific purposes. *Information Technologies and Learning Tools*, 2022, vol. 89 (3), pp. 64-77. DOI: <https://doi.org/10.33407/ilt.v89i3.4941> (in English)
- [10] Tsyurulnyk S. M., Hushchyna N. I., Nepyivoda M. V. Vykorystannia tekhnolohii BYOD u navchalnomu protsesi. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zb. nauk. pr. Kyiv-Vinnytsia: TOV firma «Planer», 2018, vyp.51, S. 162–168. Rezhym dostupu: URL [https://lib.iitta.gov.ua/712024/1/Gushchyna\\_BYOD.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/712024/1/Gushchyna_BYOD.pdf) (in Ukrainian)
- [11] Bring your own device [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: URL [https://uk.wikipedia.org/wiki/Bring\\_your\\_own\\_device#%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BF%D0%B8\\_%D0%B2%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_BYOD](https://uk.wikipedia.org/wiki/Bring_your_own_device#%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BF%D0%B8_%D0%B2%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_BYOD) (data zvernennia: 08.09.2023) (in Ukrainian)
- [12] Pozdniakova T. QR-kody: yikh stvorennia ta vykorystannia na urokakh biolohii. *Nova pedahohichna dumka*, 2020, vyp.1, S. 36-42. Rezhym dostupu: URL [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd\\_2020\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd_2020_1_9) (in Ukrainian)
- [13] QR-kod [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: URL <https://uk.wikipedia.org/wiki/QR-%D0%BA%D0%BE%D0%B4> (data zvernennia: 08.09.2023) (in Ukrainian)

УДК 378.091.33:004

DOI: 10.31652/2412-1142-2023-70-83-89

#### Шевченко Людмила Станіславівна

доктор педагогічних наук, професор,  
професор кафедри інноваційних та інформаційних технологій в освіті,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-4991-4949  
[shevchenko@vspu.edu.ua](mailto:shevchenko@vspu.edu.ua)

#### Уманець Володимир Олександрович

кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри інноваційних та інформаційних технологій в освіті,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-7237-4955  
[umanets@vspu.edu.ua](mailto:umanets@vspu.edu.ua)

#### Розпутня Богдан Миколайович

здобувач освіти рівня магістр  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0001-6344-8812  
[b.rozputnia@vspu.edu.ua](mailto:b.rozputnia@vspu.edu.ua)

## ВПРОВАДЖЕННЯ ІНОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС: СТВОРЕННЯ РОЗУМНОГО КАБІНЕТУ ІНФОРМАТИКИ В УНІВЕРСИТЕТІ

**Анотація.** Метою даної роботи є висвітлення питань, пов'язаних зі створенням "розумних" кабінетів інформатики на основі мікроелектроніки у закладах вищої освіти. "Розумний" кабінет інформатики - це повністю автоматизоване освітнє середовище, яке працює в трьох режимах: "стандартний", "автоматичний" та "автоматичне енергозбереження". Керувати "розумним" кабінетом можна за допомогою смартфонів, персональних комп'ютерів та пультів дистанційного керування. "Розумна" шафа, призначена для інформатики, оснащена низкою датчиків, електронних частин та індикаторів на базі WiFi модулів Arduino UNO, MEGA та ESP8266-12E. Вбудовані датчики та індикатори "розумного" офісу вимірюють стан мікроклімату в кабінеті та

класі, а також відображають інформацію для проведення демонстраційних презентацій та лабораторних робіт. Кабінет складається з трьох модулів: "Інформаційний", "Виконавчий" та "Демонстраційний", які управляються мікроконтролером ATME1. Демонстраційний модуль призначений для легкого і швидкого підключення різних датчиків і компонентів до без паяльних плат. Він використовує відкриту платформу програмування Arduino. Розумні датчики можна використовувати в кабінетах інформатики для відстеження змінних параметрів навколишнього середовища як у приміщенні, так і за його межами (таких як температура, вологість, тиск, рівень освітленості, вміст вуглекислого газу та інших газів в атмосфері). Крім того, можна дистанційно керувати периферійними пристроями, такими як телевізори, проектори, лампи, електричні розетки та штори. Всі три модулі об'єднані в бездротову локальну мережу з використанням топології "зірка" для радіозв'язку між модулями. Основними складовими системи є виконавчі модулі, які мають доступ до Інтернету, обладнання, технології та програмні інструменти. Використання технічної бази в закладах вищої освіти передбачає створення "розумних" кабінетів інформатики для вищих навчальних закладів.

**Ключові слова:** інформатика; заклади вищої освіти; "розумний" клас; "розумний" кабінет; мікроелектроніка; Arduino; робототехніка; програмування.

## 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** Вивчення інформатики відповідно до сучасних вимог потребує вдосконалення навчального процесу, активізації пізнавальної діяльності студентів, формування інформаційної культури та суттєвого оновлення підготовки фахівців. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та смарт-технологій у навчальний процес у вищій школі може підвищити ефективність освітнього процесу. Метою є активізація пізнавальної діяльності студентів, формування інформаційної культури та суттєве підвищення якості освіти. У сучасному швидкоплинному та інформаційно насиченому суспільстві викладачі повинні бути адаптивними та інноваційними, застосовувати нові підходи та стратегії викладання.

Освіта має бути проактивною. Інтегруючись у повсякденне життя, розумні пристрої стали невід'ємним компонентом суспільства. Розумні годинники, роботи-пилососи, розумні вилки, телевізори, лампи та інші бездротові пристрої є звичним явищем у повсякденному житті. Однак ті, хто вивчає комп'ютерні науки, більшість часу проводять у спеціалізованих лабораторіях, що робить їхню освіту надзвичайно важливою, адже вона має охоплювати найновіші технологічні тенденції та методи. Використовуючи передові технології та мікроелектроніку, студенти, які вивчають інформатику, можуть здобути практичні знання з програмування. Спільна робота з програмування сприяє створенню інтелектуальних пристроїв для поглиблення досліджень та покращення освіти з інформатики у вищих навчальних закладах.

Досліджуючи датчики та індикатори компонентів, які використовують плату Arduino, модуль WiFi ESP8266-12E та одноплатні комп'ютери, можна зробити висновок, що за допомогою цих пристроїв можна створити електронну систему управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Датчики, що використовуються в "розумному" класі, та відповідні дані, отримані з них, можна використовувати для демонстрацій та експериментів в курсах комп'ютерних наук. Клас слугує платформою для набуття студентами інженерних спеціальностей комп'ютерної грамотності. Важливими умовами реалізації міжпредметних зв'язків є дотримання специфічних вимог до встановлення взаємозв'язків між фізико-математичними дисциплінами та вивчення процесів прикладного програмування, врахування принципів професійної спрямованості у змісті фізико-математичних дисциплін, формування міжпредметних знань, навичок та вмінь. Вміле поєднання методів вивчення мікроелектроніки та стандартного курсу фізики з компонентами програмування показало високу ефективність: окрім засвоєння основних прийомів і методів програмування, це призводить до високого рівня засвоєння знань з фізики та усвідомлення їх практичного застосування [1].

Існуючі дослідження показують, що завдяки смарт-технологіям все більшого поширення набувають активні підходи до навчання, в тому числі дослідницьке навчання, навчання у співпраці, групове навчання тощо. З подальшим розвитком смарт-технологій ці підходи до навчання, орієнтовані на студента, можуть стати більш поширеними. Завдяки можливості зберігати, збирати, обчислювати і аналізувати величезні масиви даних про учнів для прийняття оптимізованих педагогічних рішень, інтелектуальне навчальне середовище може сприяти створенню персоналізованих навчальних планів для кожного учня, в той же час, учні можуть взаємодіяти з інтелектуальною системою управління навчанням для коригування навчального плану. Окрім взаємодії між учнями та системою, взаємодія між учнями та вчителями, учнями та батьками була б більш зручною та своєчасною, оскільки система розумного навчання могла б допомогти вчителям у вивченні стану учнів та коригуванні викладання в режимі реального часу [2].

Більше того, повсюдні навчальні ресурси в середовищі розумного навчання дають можливість студентам проводити будь-які навчальні заходи з їхніми улюбленими підходами до навчання в будь-який час і в будь-якому місці, де вони хочуть (Hwang, 2014). Студенти можуть самостійно обирати своїх однокласників, деякі з яких можуть навчатися віч-на-віч, а інші - у хмарному середовищі. У порівнянні з фіксованим часом і фіксованою аудиторією в традиційному навчанні, підхід до навчання в інтелектуальному навчальному середовищі буде більш гнучким [3].

Аналіз технічної та іншої літератури [4-8], а також власний досвід використання інформаційно-комунікаційних технологій в освіті дозволяють стверджувати, що створення технологічно вдосконаленого кабінету інформатики та його інтеграція в навчальний план вищої школи є актуальною проблемою, яка потребує подальших експериментальних та методичних досліджень. Саме це і є метою нашого дослідження.

**Мета статті.** Метою дослідження є створення самостійно спроектованого «розумного» класу інформатики у вищому навчальному закладі. У статті висвітлюється компонування мікроелектронних елементів такого класу та прийняття загального алгоритму управління ресурсами в традиційному класі інформатики. Дослідження ґрунтується на таких припущеннях: інтеграція датчиків та індикаторів у простір кабінету інформатики, використання сучасних методів програмування та дослідження механізму використання згенерованих додатків для роботи інтелектуального класу. Такий підхід сприяє підвищенню пізнавальної активності студентів та формуванню технологічного світогляду майбутнього програміста. Експериментальна робота підтвердила, що оптимальні результати досягаються, коли студент або група самостійно розробляє тему на основі навчальної програми. Це передбачає формулювання мети та завдань, складання переліку ролей та джерел інформації відповідно до обраної ролі, створення особистого плану пошуку інформації, дослідження інформаційних ресурсів, відбір артефактів, підготовку звіту у вигляді презентації, публікації, есе тощо, обговорення питань, представлення загальних стратегій розв'язання проблем, оцінювання виконання завдань за заздалегідь визначеними критеріями та формулювання висновків [7].

Це забезпечує відповідність змісту інформатики сучасному рівню розвитку суспільства, науковим тенденціям, інноваціям та професійній орієнтації.

Навчальний простір функціонує як корисний інструмент для проведення лекцій, презентацій, лабораторних робіт та аналізу програмного забезпечення під час лекцій. Розробка програмного забезпечення покращує умови для поглиблення знань з інформатики та вивчення фізичних основ електронних пристроїв. Крім того, це сприяє алгоритмізації, що є життєво важливим для майбутніх програмістів та робототехніків.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджуючи використання технологій доповненої реальності в освіті для підготовки майбутніх вчителів, ми отримали результати та зробили висновки [8].

Ми створили "розумний" клас інформатики, обладнаний сенсорами, які можуть працювати в чотирьох режимах: повністю автоматизованому, стандартному, автоматичному та енергозберігаючому. Керувати класом можна за допомогою ПК, смартфона або інфрачервоного пульта дистанційного керування.

Сучасне обладнання кабінету інформатики дозволяє збирати інформацію про внутрішнє та зовнішнє середовище класу, включаючи температуру, вологість, тиск, освітленість, вміст вуглекислого газу та інших газів у повітрі. Крім того, можна дистанційно керувати периферійними пристроями, такими як телевизор, проектор, освітлення, розетки та штори. Датчики для вимірювання постійного струму (DC), змінного струму (AC), постійної напруги (DC), змінної напруги (AC), магнітного поля та інших електронних компонентів, таких як резистори, котушки, світлодіоди, двигуни і транзистори, сприяють створенню оптимальних і безпечних умов для використання комп'ютерів та інших пристроїв, чутливих до перепадів живлення. Це особливо важливо під час воєнних дій та відключень електроенергії.

Всі три модулі з'єднані в топології "зірка" в бездротову локальну мережу за допомогою радіозв'язку з використанням модулів nRF24L01. Центральний модуль виконує роль виконавчого модуля, який має доступ до глобальної мережі INTERNET. Передача інформації в офісну інформаційну мережу здійснюється за допомогою функції Transferring():

```
void Transferring() {
  ppp = 25;
  radio.stopListening();
  radio.openWritingPipe(pipe2);
  radio.write(&bp, sizeof(bp));
  radio.openReadingPipe(1, pipe1);
  "pipe01"
  radio.openReadingPipe(3, pipe3);
  "pipe03"
  radio.startListening();
  Transferring_Serial2();
  Transferring_Serial1();
  Transferring_Serial3();
  Transferring_Print();
}
```

Fig. 1 – code for Transferring function

Інші модулі передають інформацію у схожий спосіб. Функція Receiving() у всіх модулях також використовується для отримання інформації, але з різною кількістю прослуховуваних труб:

```
void Receiving() {
  delay(5);
  if (radio.available(&pipeNum)) {
    if (pipeNum == 1) {
      radio.read(&bp, sizeof(bp));
      Transferring_Serial2();
      Transferring_Serial1();
      Transferring_Serial3();
      Comand();
    }
    if (pipeNum == 3) {
      radio.read(&bp, sizeof(bp));
      Transferring_Serial2();
      Transferring_Serial1();
      Transferring_Serial3();
      Comand();
    }
  }
}
```

Fig. 2 – code for Receiving function

Кожен модуль можна підключити до комп'ютера через USB-порт, що дозволяє керувати всією системою за допомогою спеціального програмного забезпечення. Послідовний порт передає дані байт за байтом за допомогою функцій `Transferring_Serial1()`, `Transferring_Serial2()` та `Transferring_Serial3()`. Наприклад, дані вимірювань передаються:

```
void Transferring_Serial3() {
  delay(5);
  Serial.write(3);
  Serial.write(bp.Dos1);
  Serial.write((byte*)&bp.D1, sizeof(bp.D1));
  Serial.write((byte*)&bp.D2, sizeof(bp.D2));
}
```

Fig. 3 – code for measurement data transferring

«Розумний» кабінет інформатики побудований на платформі Arduino, що дозволяє об'єднувати різні електронні модулі, такі як датчики та пристрої, в єдиний інформаційний простір. Крім того, клас оснащений датчиками, індикаторами та пристроями, що керуються двома контролерами Arduino Uno, одним Arduino Nano та одним WiFi модулем ESP8266-12E.

Дані, зібрані з вбудованих датчиків та індикаторів, слугують основою для демонстрацій в класі та сприяють проведенню лабораторних досліджень. Основною перевагою цієї методики є наявність демонстраційного модуля для повної інформаційної системи, що охоплює можливості формування електричних ланцюгів, використання різноманітних датчиків, ретрансляції результатів вимірювань і представлення результатів досліджень на великому екрані. Будівельними блоками мережевої топології в класі є виконавчі модулі, які з'єднують Arduino Nano та ESP8266-12E через інтерфейс I2C і керують ними. Цифрові виходи цих модулів керують усіма пристроями та обладнанням, підключеними до «розумного» класу інформатики. Наприклад, Arduino Nano керує всіма реле (всього десять) і може інтерпретувати дані з датчиків освітленості, інфрачервоних датчиків і датчиків, які вимірюють показники зовнішніх модулів. Жалюзі контролюються модулем ESP8266-12E. Дані передаються синхронно на всі модулі «розумного» кабінету інформатики. Таким чином, будь-який з модулів «розумного» кабінету можна підключити до комп'ютера через USB, використовуючи те саме програмне забезпечення для керування кабінетом. У цьому випадку комп'ютер підключений до інформаційного модуля.

Крім того, програмне забезпечення «Розумного» кабінету інформатики може керувати офісним обладнанням, наприклад, телевізором, який управляється за допомогою інфрачервоного пульта дистанційного керування. Керувати пультом можна як за допомогою пульта від телевізора, так і за допомогою смартфона, підключеного через WIFI. Програмне забезпечення на смартфоні використовує сервіс RemoteXY.

### 3. ВИСНОВКИ

В результаті вивчення основ фізики та елементів програмування систем, студенти, які спеціалізуються на комп'ютерній інженерії, можуть осмислити продемонстровані фізичні явища та потенційне використання компонентів системи в робототехніці. Таким чином, використання всіх можливостей «розумного» кабінету інформатики сприяє ретельному вивченню явищ і процесів, активізує пізнавальну діяльність і заохочує учнів до поглиблення знань з інформатики та суміжних дисциплін, які підтримують робототехніку. Впровадження «розумних» кабінетів інформатики в навчальних закладах сприяє формуванню професійних компетенцій, підвищенню зацікавленості студентів у вивченні робототехніки, а також розробці індивідуальних проектів з використанням платформи Arduino в рамках технологічного гуртка.

Залучення учнів до проектування та встановлення інтелектуальної комп'ютерної лабораторії також розширює технічні навички учнів і вчить їх складати електричні схеми, паяти, підключати дроти та програмувати мікроконтролери.

Проект може бути легко інтегрований в будь-який клас інформатики в різних навчальних закладах, включаючи середні школи, коледжі та університети.

В інженерних лабораторіях і на лекціях студенти можуть покращити своє вивчення робототехніки, використовуючи датчики, здатні збирати дані в режимі реального часу, а також беручи участь у розробці власної робототехніки. Крім того, групова робота сприяє розвитку творчих здібностей у проектах, які вимагають знань з фізики та програмування.

Як показує практика, впровадження курсів зі смарт-обчислень має вирішальне значення для підготовки висококваліфікованих фахівців не лише в галузі програмування, а й в інших сферах, таких як фізика, комп'ютерна електроніка та робототехніка.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Іванова, І. І., Сидоренко, О. О. "Сучасні підходи до викладання інформатики." Науковий журнал "Інформатика в освіті" 5.2 (2020): 45-60.
- [2] Arnold, K.E., and Pistilli, M.D. (2012). "Course Signals at Purdue: Using Learning Analytics to Increase Student Success." In: Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge, pp. 267–270. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA.
- [3] Broughan, C., & Prinsloo, P. (2020). "(Re)centring students in learning analytics. In conversation with Paulo Freire." *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(4), 617–628.
- [4] Петров, П. П. "Інновації в освітньому процесі." Київ: Видавництво "Навчальна література", 2021.
- [5] "Інтеграція інтерактивних технологій у навчання інформатики: досвід університетів." Матеріали Міжнародної конференції "Інформатика в освіті" (2019): 110-125.
- [6] ГО "Національна асоціація вчителів інформатики." [веб-сайт]. Доступно за URL: <https://nauki.info.ua> (2023).
- [7] Стратегія розвитку вищої освіти в Україні до 2030 року: [Про схвалення Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022—2032 роки]. Київ: Міністерство освіти і науки України, 2022.
- [8] Тимчук, В. М. "Впровадження інновацій у навчальний процес: методологія та практика." Київ: Видавництво "Наукова думка", 2017.
- [9] Shevchenko, Lyudmila. "Implementing e-learning in the context of future professional activity." "Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems" (2020): 239-249.
- [10] Уманець, В., Бойчук, В., Павлюк, В., та Ангелов, Б. "Використання засобів доповненої реальності у підготовці педагога на прикладі комплексного курсу «Створення програмного забезпечення AR»." "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць" (2022): 78–88.

## IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS: CREATING AN INTELLIGENT COMPUTER SCIENCE CLASSROOM AT THE UNIVERSITY

### **Shevchenko Liudmyla Stanislavivna**

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor,  
Professor of the Department of Innovative and Information Technologies in Education,  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0003-4991-4949  
[shevchenko@vspu.edu.ua](mailto:shevchenko@vspu.edu.ua)

### **Umanets Volodymyr Oleksandrovych**

PhD in Education, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Innovative and Information Technologies in Education,  
Mykhailo Kotsiubynskyi Vinnytsia State Pedagogical University,  
Vinnytsia, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-7237-4955  
[umanets@vspu.edu.ua](mailto:umanets@vspu.edu.ua)

**Rozputnia Bohdan Mykolaiovych**

Master's degree student

Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University,

Vinnitsia, Ukraine

ORCID: 0000-0001-6344-8812

*b.rozputnia@vspu.edu.ua*

**Abstract.** The purpose of this paper is to highlight the issues related to the creation of "smart" computer science classrooms based on microelectronics in higher education institutions. A "smart" computer science classroom is a fully automated educational environment that operates in three modes: "standard", "automatic" and "automatic energy saving". The smart classroom can be controlled using smartphones, personal computers, and remote controls. The "smart" cabinet, designed for computer science, is equipped with a number of sensors, electronic parts and indicators based on ArduinoUNO, MEGA and ESP8266-12E WiFi modules. Built-in sensors and indicators of the smart office measure the microclimate in the office and classroom, and display information for demonstrations and laboratory work. The office consists of three modules: "Information", "Executive" and "Demonstration", which are controlled by an ATMELE microcontroller. The Demonstration module is designed to easily and quickly connect various sensors and components to solderless boards. It uses the open Arduino programming platform. Smart sensors can be used in computer science classrooms to monitor variable environmental parameters both indoors and outdoors (such as temperature, humidity, pressure, light level, carbon dioxide and other gases in the atmosphere). In addition, you can remotely control peripheral devices such as TVs, projectors, lamps, electrical outlets, and curtains. All three modules are integrated into a wireless local area network using a star topology for radio communication between the modules. The main components of the system are executive modules that have access to the Internet, hardware, technology, and software tools. The use of the technical base in a higher education institution involves the creation of "smart" computer science classrooms for higher education institutions.

**Keywords:** informatics; higher education institutions; "smart" classroom; "smart" classroom; microelectronics; Arduino; robotics; programming.

**REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

- [1] Ivanova, I. I., Sydorenko, O. O. "Modern Approaches to Teaching Computer Science." *Scientific Journal "Informatics in Education"* 5.2 (2020): 45-60. (in Ukrainian)
- [2] Arnold, K.E., and Pistilli, M.D. (2012). "Course Signals at Purdue: Using Learning Analytics to Increase Student Success." In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, pp. 267–270. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. (in English)
- [3] Broughan, C., & Prinsloo, P. (2020). "(Re)centring students in learning analytics. In conversation with Paulo Freire." *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(4), 617–628. (in English)
- [4] Petrov, P. P. "Innovations in the Educational Process." Kyiv: Publishing House "Educational Literature," 2021. (in Ukrainian)
- [5] "Integration of Interactive Technologies in Computer Science Education: Experience of Universities." *Materials of the International Conference "Informatics in Education"* (2019): 110-125. (in English)
- [6] National Association of Computer Science Teachers. [website]. Available at URL: <https://nauki.info.ua> (2023). (in Ukrainian)
- [7] Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine by 2030: [On Approval of the Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2022–2032]. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine, 2022. (in Ukrainian)
- [8] Tymchuk, V. M. "Implementation of Innovations in the Educational Process: Methodology and Practice." Kyiv: Publishing House "Scientific Thought," 2017. (in Ukrainian)
- [9] Shevchenko, Lyudmila. "Implementing E-Learning in the Context of Future Professional Activity." "Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in the Training of Specialists: Methodology, Theory, Experience, Problems" (2020): 239-249. (in English)
- [10] Umanets, V., Boychuk, V., Pavliuk, V., and Angelov, B. "The Use of Augmented Reality Tools in Teacher Training on the Example of the Complex Course 'AR Software Development'." "Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in the Training of Specialists: Methodology, Theory, Experience, Problems: Collection of Scientific Papers" (2022): 78–88. (in Ukrainian)