

# КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАСІБ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИВЧЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКЗЕМПЛЯРУ ПРОМИСЛОВОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В доповіді вирішується задача розробки архітектури комп'ютеризованого навчального засобу для практичного вивчення цифрової трансформації екземпляру промислової системи автоматизації. Комп'ютеризований навчальний засіб призначений для забезпечення практикумів професійних дисциплін "Кіберфізичні системи автоматизації виробництва" та "Промисловий Інтернет речей".*

**Ключові слова:** комп'ютерно-інтегрована технологія, цифрова трансформація, штучний інтелект, навчальне дослідження, комп'ютеризована навчальна лабораторія

## **Abstract**

*The report addresses the problem of developing an architecture for a computerized educational tool for the practical study of the digital transformation of an auxiliary instance of an industrial automation system. The computerized educational tool is intended to provide workshops in the professional disciplines "Cyber-physical production automation systems" and "Industrial Internet of Things".*

**Keywords:** computer-integrated technology, digital transformation, artificial intelligence, educational research, computerized educational laboratory

## **Вступ**

Для підвищення якості підготовки фахівців в області автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки на кафедрі АІТ викладаються дві професійно-орієнтовані дисципліни – «Кіберфізичні системи автоматизації виробництва» та «Промисловий Інтернет речей», які надають здобувачам основні теоретичні відомості та практичні знання щодо проєктування систем автоматизації для «розумного» цифрового виробництва, яке функціонує за концепцією «Індустрія 4.0» [1].

Основою інформаційно-технічного забезпечення практикумів з цих дисциплін є комп'ютеризована лабораторія промислової мікропроцесорної техніки ФПТА, де усі системи автоматизації за застарілою концепцією «Індустрія 3.0» [2-5] об'єднані у «віртуальне виробництво». Саме ці екземпляри систем автоматизації «віртуального виробництва» здобувачі в ході проєктного практикуму вказаних дисциплін і перетворюють шляхом їх цифрової трансформації [6] у промислові системи автоматизації «розумного» виробництва, побудованого вже за новітньою концепцією «Індустрія 4.0».

Ефективним доповненням інформаційно-технічного забезпечення даного проєктного практикуму можуть стати доступні зараз у мережі Інтернет моделі штучного інтелекту, використання яких у освітній сфері активно поширюється з кожним днем [7-9].

Метою даної роботи є розробка на основі існуючого інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне виробництво» загальної методики наскрізного проєктного практикуму та архітектури нового комп'ютеризованого навчального засобу з елементами штучного інтелекту для практичного вивчення здобувачами вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» методів та засобів цифрової трансформації екземплярів промислових систем автоматизації, які змонтовані за концепцією «Індустрія 3.0» в лабораторії промислової мікропроцесорної техніки ФПТА та об'єднані в рамках «віртуального виробництва» у єдину комп'ютерно-інтегровану систему управління.

## Результати дослідження

Для реалізації сучасних ідей впровадження штучного інтелекту (ШІ) у освітній процес підготовки фахівців будь-якої спеціальності світові виробники зараз пропонують все нові і нові інструменти вільного доступу, що постачені якісними і детальними інструкціями з їх використання [10-14].

Наприклад, нещодавно Google запуснув програму підтримки українських здобувачів вищої освіти, у рамках якої безкоштовно надається доступ до ШІ-інструменту «AI Pro» на термін в один рік [10, 11]. До набору входять усі ключові ШІ-інструменти компанії, включно з останньою версією «Gemini 2.5 Pro», який допомагає розв'язувати навчальні задачі, писати тексти та аналізувати зображення. Також до пакета входять «Deep Research» для глибокого пошуку і систематизації даних, «NotebookLM» з розширеним обсягом мультимедійних матеріалів, відеогенератор «Veo 3», що створює 8-секундні ролики зі звуком, і «Jules» - помічник для здобувачів ІТ-спеціальностей, який виправляє помилки в коді. Крім того, користувачі отримають 2 ТБ хмарного сховища на «Google Диск», «Gmail» і «Фото».

Іншим найбільш поширеним та доступним ШІ-інструментом є «ChatGPT» компанії «OpenAI» - розумний чат-бот, який може бути потужним партнером для виконання креативних навчальних завдань. З його допомогою можна не тільки шукати інформацію, а й знаходити нестандартні ідеї, розширювати горизонти мислення і структурувати потік думок [13, 14].

Загалом «ChatGPT» - чудовий засіб для генерації ідей. Модель може підказати несподівані напрямки, про які раніше не доводилося замислюватися. Навіть одна корисна ідея може запустити потік нових думок і свіжих рішень.

Так «ChatGPT» вміє виважено аналізувати аргументи "за" і "проти" в рамках однієї теми. Це робить його ідеальним інструментом для тих, хто хоче розглянути ситуацію з різних точок зору або "посперечатися" із самим собою. Наприклад, ШІ можна попросити розібрати плюси і мінуси фінансування космічних досліджень. З одного боку - розвиток технологій і проривні відкриття, з іншого - значні витрати та соціальні пріоритети. «ChatGPT» викладе аргументи обох сторін і допоможе сформулювати збалансовану думку.

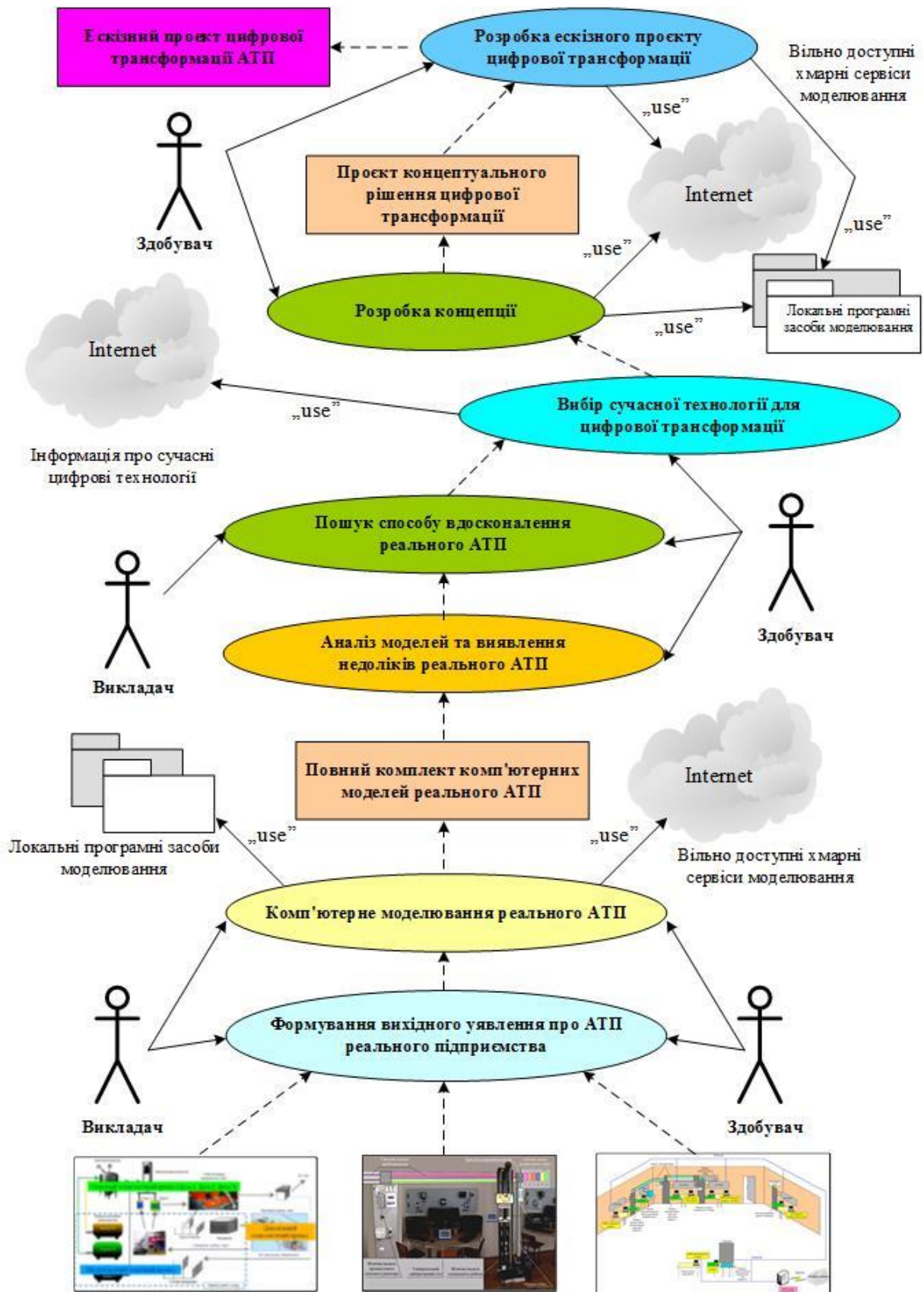
А зовсім нещодавно компанія «OpenAI» оголосила про запуск «Sora 2» — оновленої моделі штучного інтелекту для генерації відео та аудіо, яка створює ще більш реалістичні відеокліпи [14]. На відміну від попередньої версії, нова система створює довгі відеоролики з плавними переходами між сценами та зберігає реалістичну фізику рухів. У «Sora 2» усунені проблеми з деформацією об'єктів і їх некоректним переміщенням, що дозволяє відтворювати складні дії, зокрема спортивні трюки, відповідно до законів фізики.

Також «OpenAI» випустила докладний посібник про те, як писати запити для моделі створення відео «Sora 2». Гайд містить рекомендований «скелет» запиту і кілька прикладів його використання англійською мовою - втім, їх можна перекласти українською за допомогою будь-якої нейромережі. А потім використовувати в «Sora 2»: вона чудово розуміє українську мову як на вхід (запити), так і на вихід (генерація текстів та озвучення у відео).

Крім того, як було зазначено вище, на кафедрі АІТ вже декілька років використовуються сучасні комп'ютеризовані навчальні засоби (КНЗ) для практичного вивчення здобувачами спеціальності 174 методів та засобів цифрової трансформації систем автоматизації. Такі КНЗ працюють на основі інформаційно-освітнього середовища «віртуальне виробництво» і побудовані за загальною архітектурою, яка показана на рис. 1. Ця архітектура дозволяє відтворити в рамках наскрізного проєктного практикуму послідовне виконання стратегії цифрової трансформації автоматизованого виробництва, яка давно і активно використовується у світі [15]. Проаналізуємо цю архітектуру КНЗ з точки зору ефективності практичного вивчення здобувачами цифрової трансформації екземплярів систем автоматизації.

По-перше, вона вимагає від здобувачів досить швидкого і детального вивчення, а далі й глибокого розуміння, реальних технологічних процесів (ТП) та автоматизованих технологічних процесів (АТП) «віртуального виробництва», з якими він на практиці не стикався. Тобто це значно ускладнює здобувачу виконання цих навчальних завдань.

По-друге, навіть, якщо здобувач якимось чином в повній мірі зміг би зрозуміти усі особливості організації та виконання того чи іншого реального ТП чи АТП, то далі він повинен вже чисто уявно, моделюючи у своїй голові, виявити в них ті основні недоліки (проблеми), які їм притаманні з точки зору численних вимог нової концепції «Індустрія 4.0». А це ще більш складне навчальне завдання, яке вимагає від здобувача певного практичного досвіду та знань з експлуатації цих реальних ТП чи АТП.



Програмно-технічні імітаційні моделі АТП „віртуального виробництва”

Рис. 1 – Архітектура існуючих комп'ютеризованих навчальних засобів

Дійсно, якщо б здобувач працював на даному реальному виробництві тривалий час, то недоліки (проблеми) виявлялись би самі по собі в ході виконання виробничих завдань. Але здобувач не має такого практичного досвіду і тому виконати самостійно такий аналіз йому дуже важко.

По-третє, після виявлення того чи іншого недоліку (проблеми) реального ТП чи АТП здобувач має виконувати ще більш складне навчальне завдання – дослідити предметну область «Індустрія 4.0», яка зараз стрімко розвивається і ще остаточно не сформована, а потім і вибрати ті існуючі цифрові технології, які дозволять усунути виявлені недоліки реального ТП чи АТП, тобто, зробити їх цифрову трансформацію. Це завдання занадто складне тому, що здобувач ніколи не працював в даній предметній області, ця область дуже обширна і стрімко збільшується, а тому на даний час знання в ній тільки формуються. Навіть короточасна допомога викладача не прискорить виконання даного завдання, бо здобувач обов'язково повинен виконати його самостійно, витрачаючи на це купу часу.

По-четверте, останні стадії навчального практикуму передбачають виконання здобувачем проектних робіт, пов'язаних як з застосуванням тієї чи іншої новітньої цифрової технології, наприклад штучного інтелекту, так і з доведенням працездатності проектного рішення, наприклад шляхом його цифрового моделювання. Для цього треба не тільки розібратися у вибраній цифровій технології, але і отримати практичний досвід роботи з відповідним інструментом цифрового моделювання.

По-п'яте, виходячи з існуючої практики організації навчального процесу, кількість годин навчального навантаження, що виділяється на проектний практикум, кожного року тільки зменшується. Тому здобувачу надається все менше і менше часу на виконання навчальних завдань, а всі описані вище складності, залишаються.

Враховуючи усі ці недоліки існуючих КНЗ, а також усі ті величезні можливості, які ШІ-інструменти надають здобувачам вищої освіти для ефективного самостійного освоєння та дослідження нових областей знань, запропонована нова архітектура КНЗ для практичного вивчення здобувачами цифрової трансформації екземпляру промислової системи автоматизації (рис. 2).

Ця архітектура також дозволяє відтворити в рамках наскрізного проектного практикуму послідовне виконання описаної вище стратегії цифрової трансформації як автоматизованого виробництва (АВ) чи технологічного процесу (АТП), так і будь-якої його системи автоматизації (СА). В основу даного архітектурного рішення також покладена існуюча лабораторна модель автоматизованого «віртуального виробництва», яке реалізоване у лабораторії промислової мікропроцесорної техніки ФІТА. Проте суттєво змінені інструменти виконання здобувачем кожної стадії зазначеної стратегії цифрової трансформації (ЦТ). Так метою першої стадії цифрової трансформації промислової системи автоматизації (екземпляр СА) також є формування чіткого та деталізованого уявлення щодо фізичної реалізації цієї системи в умовах реального виробництва (АВ, АТП). Спочатку це уявлення формується у свідомості здобувача в ході практичного вивчення ним автоматизованого лабораторного «віртуального» виробництва, яке керується так само, як і реальне виробництво. При цьому викладач готує і надає здобувачу усі необхідні методичні матеріали.

Після того, як у здобувача буде сформоване таке перше уявлення про екземпляр СА/АТП, викладач і здобувач виконують по черзі розробку цифрових моделей цієї системи автоматизації в умовах реального промислового виробництва (АТП). Ці моделі повинні відображати головні властивості та особливості фізичної реалізації даного екземпляру реальної системи. Розробку деяких з цих моделей спочатку виконує викладач при підготовці навчальних завдань, а потім їх доповнює здобувач, виконуючи індивідуальне завдання в рамках проектного практикуму. В результаті усіх описаних дій формується комплект цифрових моделей екземпляру СА/АТП реального промислового виробництва, яке побудоване за концепцією «Індустрія 3.0». Ці цифрові моделі в будь-який час можна переглядати за допомогою відповідних програмних засобів на комп'ютері лабораторії.

Для ефективного виконання здобувачем описаного цифрового моделювання екземпляру СА/АТП пропонується застосовувати як вільно доступні хмарні інструменти традиційного моделювання (наприклад двовимірні/тривимірні графічні моделі), так і вільно доступні хмарні ШІ-інструменти (для створення, наприклад, статичних/динамічних зображень або відео).

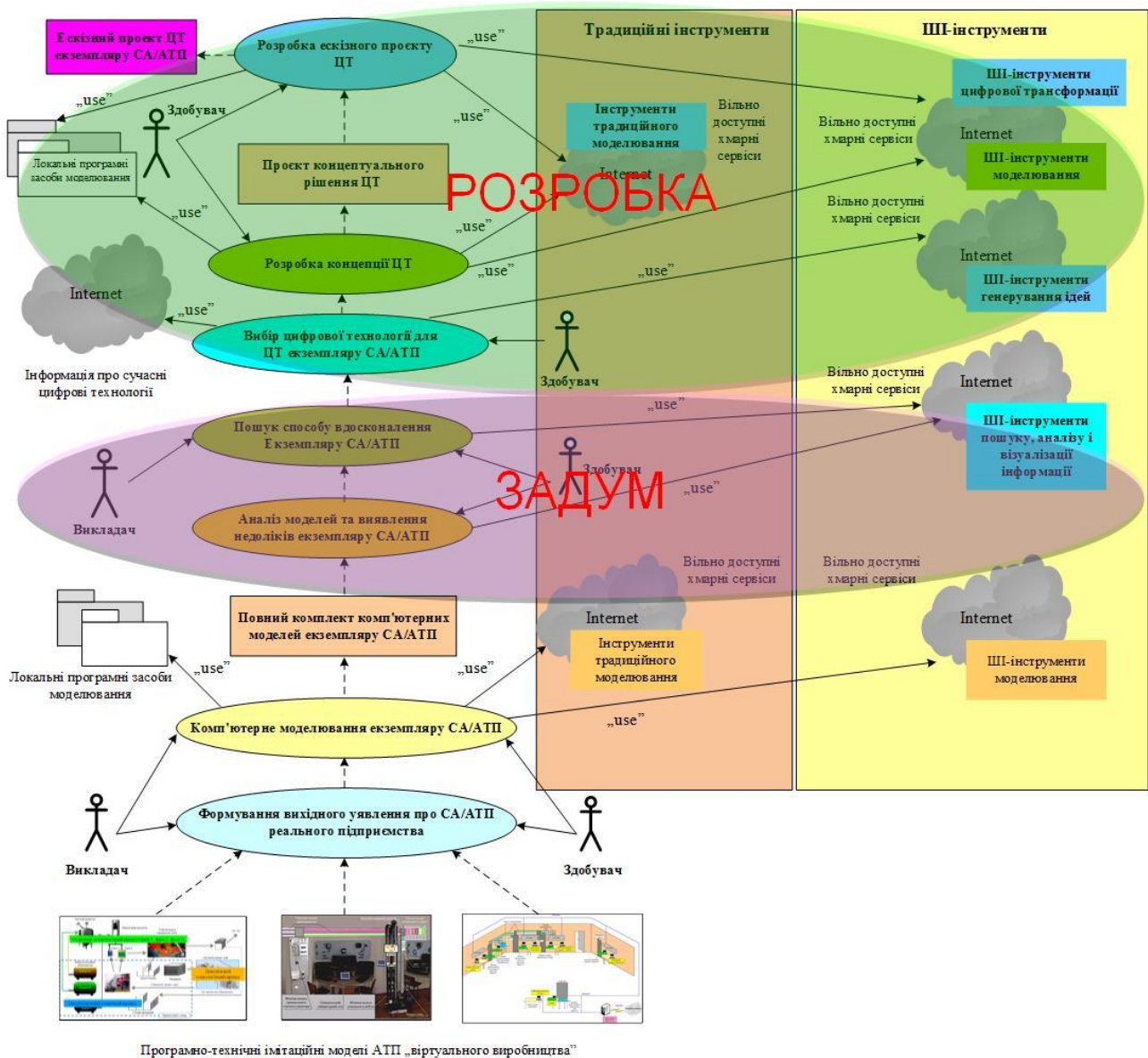


Рис. 2 – Архітектура нового комп'ютеризованого навчального засобу

Далі на основі отриманої цифрової моделі екземпляру СА/АТП реального підприємства здобувач виконує його аналіз з метою визначення тих чи інших недоліків (проблем), які в подальшому можна буде усунути шляхом його цифрової трансформації (стадія «Задум» проектного практикуму).

В новій архітектурі КНЗ пропонується при виконанні здобувачем цього аналізу застосовувати і допомогу відповідного ІІІ-інструменту дослідника, який здатний розуміти розроблені цифрові моделі екземпляру СА/АТП (графічні та текстові), аналізувати таку інформацію, порівнюючи з відповідними Інтернет-джерелами, і давати свої висновки. Це значно прискорить процес пошуку недоліків (проблем), а здобувач при цьому виступає вже в ролі інспектора/експерта, який самостійно аналізує означені ІІІ-інструментом недоліки (проблеми) і вибирає з них, по-перше, найбільш реалістичні, по-друге, найбільш суттєві.

З усіх знайдених таким чином недоліків (проблем) здобувач обґрунтовано вибирає найбільш важливий (важливу) і переходить до пошуку способу вдосконалення даного екземпляру СА/АТП реального підприємства з метою усунення цього недоліку/проблеми (стадія «Задум»). Зазвичай, цей пошук здобувач може виконувати за участі викладача, який надаватиме йому додаткові консультації та роз'яснення. Проте в новій архітектурі КНЗ при виконанні здобувачем цього вибору пропонується застосовувати і допомогу відповідного ІІІ-інструменту дослідника, який здатний аналізувати інформацію, пов'язану з даною проблемою, шукати аналогічні випадки її розв'язання як по Інтернет-

джерелах (вільний пошук), так і по сформованому здобувачем (викладачем) переліку таких джерел (обмежений пошук), та формувати свої рекомендації за результатами пошуку. Це також значно прискорить процес вибору здобувачем способу вдосконалення даного екземпляру СА/АТП, а здобувач знову може відігравати роль інспектора/експерта, який самостійно аналізує запропоновані ШІ-інструментом способи і самостійно вибирає з них, по-перше, найбільш реалістичний, по-друге, найбільш ефективний.

Після того, як вибір способу вдосконалення екземпляру СА/АТП зроблений, здобувач здійснює вибір та обґрунтування тієї сучасної цифрової технології (або технологій), що дозволить реалізувати намічені вдосконалення або реальної СА, або реального АТП (стадія «Розробка»). При цьому здобувач обов'язково повинен використовувати поточну інформацію з Інтернет, бо область знань з цифрових технологій невинно розвивається та ускладнюється.

Тому для допомоги здобувачу пропонується використовувати відповідний ШІ-інструмент, який вміє шукати потрібну інформацію по сучасних цифрових технологіях та пропонувати (генерувати) ідеї щодо їх можливого застосування при вирішенні наявної проблеми. І в цьому випадку здобувач також може відігравати роль інспектора/експерта, який самостійно аналізує запропоновані ШІ-інструментом цифрові технології та способи їх застосування, а також самостійно вибирає найкраще технічне рішення.

Коли потрібна цифрова технологія (або технології) вибрана (вибрані), то здобувач виконує розробку концепції запропонованого рішення цифрової трансформації (стадія «Розробка»), використовуючи для цього доступні інструменти хмарних платформ і традиційного цифрового моделювання (здобувач виконує самостійно), і ШІ-моделювання (автоматичне за запитом здобувача).

Готова цифрова модель, що відображає запропоноване концептуальне рішення цифрової трансформації екземпляру СА/АТП реального виробництва, є першим результатом практичного освоєння здобувачем процесу цифрової трансформації. Цей результат може бути отриманий на рівні бакалаврської підготовки за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», наприклад, в рамках дисципліни «Кіберфізичні системи автоматизації виробництва».

На основі отриманого концептуального рішення здобувач може продовжити проектування ЦТ на новому КНЗ і перейти до етапу розробки ескізного проєкту цифрової трансформації (стадія «Розробка» проєктного практикуму). Цей етап характеризується більшою деталізацією проєктних рішень і також передбачає активне використання доступних хмарних сервісів як цифрового моделювання (традиційного та на основі ШІ), так і розробки програмних застосунків (наприклад моделі ШІ, яка дозволяє усунути виявлену проблему екземпляра СА/АТП), тобто застосувати ШІ у ролі інструменту цифрової трансформації.

Результатом даного етапу проектування є ескізний проєкт цифрової трансформації екземпляру СА/АТП реального виробництва, яка представлена у вигляді відповідної цифрової моделі. Цю модель можна переглядати за допомогою або хмарних додатків цифрового моделювання, або через локальні програмні засоби на комп'ютері лабораторії. Даний ескізний проєкт може бути результатом практичного освоєння процесу цифрової трансформації магістрами спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», наприклад, в рамках дисципліни «Промисловий Інтернет речей».

## Висновки

В ході виконання досліджень згідно з поставленою метою була досліджена предметна область цифрової трансформації промислового автоматизованого виробництва та зроблений аналіз освітнього середовища типу «віртуальне виробництво», на основі якого доцільно створити новий комп'ютеризований навчальний засіб. Розроблена загальна архітектура нового комп'ютеризованого навчального засобу з застосуванням елементів штучного інтелекту. Такий навчальний засіб можна буде використовувати в рамках кількох професійних дисциплін бакалаврського та магістерського рівнів підготовки фахівців спеціальності 174.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Implementing Industrie 4.0: This is how it works! [Електронний ресурс] : Festo Corporate. URL : <https://youtube/ZCLHojIj7eA>.

2. Папінов В.М. Багатофункціональна комп'ютеризована лабораторія для наскрізної практичної підготовки студентів спеціальності 151 / В.М. Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2018. - №2(36). - С. 89-104.
3. Папінов В.М. Industrial Internet of Things: практичне вивчення на базі багатофункціональної комп'ютеризованої лабораторії / В.М. Папінов, Я.А. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2019. - №2(38). - С.122-137.
4. Папінов В.М. Автоматизований виробничий склад: гібридне моделювання в навчальній комп'ютеризованій лабораторії / В.М. Папінов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2020. - №1(39). - С.61-77 (URL : <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/download/571/545/632>).
5. Папінов В.М. Лабораторна імітація "навчальної фабрики": гібридне моделювання матеріальних потоків / В.М. Папінов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології/ Міжнародний науково-технічний журнал. - 2020. - №2(40). - С.65-81 (URL : <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/581>).
6. Factors for a Successful Digital Manufacturing Transformation [Електронний ресурс] . URL : <https://discover.3ds.com/6-factors-successful-digital-manufacturing>.
7. Штучний інтелект у закладах вищої освіти: рекомендації для викладачів, студентів і працівників ЗВО [Електронний ресурс] . URL : <https://mon.gov.ua/news/shtuchnyi-intelekt-u-zakladakh-vyshchoi-osvity-rekomendatsii-dlia-vykladachiv-studentiv-i-pratsivnykiv-zvo>.
8. Штучний інтелект в освіті [Електронний ресурс] . URL : <https://library.bdpu.org.ua/ai-for-education-and-research/>.
9. МОН і МІНЦИФРА розробили проєкт рекомендацій із використання ШІ в школах [Електронний ресурс] . URL : <https://mon.gov.ua/news/mon-i-mintsyfra-rozrobyly-proiekt-rekomendatsii-iz-vykorystannia-shi-v-shkolakh>.
10. Назаренко І. Google безкоштовно дарує українським студентам найрозумнішу версію Gemini: як її отримати [Електронний ресурс] / URL: [https://www.unian.ua/techno/neiroseti/gemini-2-5-pro-google-bezkoshtovno-daye-gemini-2-5-pro-ukrajinskim-studentam-13156173.html?utm\\_source=unian&utm\\_medium=read\\_more\\_news&utm\\_campaign=read\\_more\\_news\\_in\\_post](https://www.unian.ua/techno/neiroseti/gemini-2-5-pro-google-bezkoshtovno-daye-gemini-2-5-pro-ukrajinskim-studentam-13156173.html?utm_source=unian&utm_medium=read_more_news&utm_campaign=read_more_news_in_post).
11. Google відкрив безкоштовну річну підписку AI Pro для студентів [Електронний ресурс] / URL: [https://x.com/ynnatyuk\\_/status/1975861102211682480](https://x.com/ynnatyuk_/status/1975861102211682480).
12. Як перетворити NotebookLM на свій Digital мозок для навчання і досліджень? Інструкція, кейси, промти [Електронний ресурс] / URL: [https://www.youtube.com/watch?v=1\\_oGrMgmD6w](https://www.youtube.com/watch?v=1_oGrMgmD6w).
13. Колеснік П. Як перетворити ChatGPT на потужний інструмент для генерації ідей: корисні поради [Електронний ресурс] / URL: <https://www.rbc.ua/rus/styler/k-peretvoriti-chatgpt-potuzhniy-instrument-1745325152.html> .
14. Sora побила рекорд ChatGPT: новий ШІ-додаток скачали 1 млн разів за п'ять днів [Електронний ресурс] / URL: <https://www.unian.ua/techno/neiroseti/sora-zavantazhiti-ai-tiktok-obignavnavit-chatgpt-za-tempami-zrostannya-na-starti-13158255.html#webview=1>.
15. Overview of digital transformation: market size, benefits and trends [Електронний ресурс]. URL : <https://www.analyticsinsight.net/overview-of-digital-transformation-market-size-benefits-and-trends/>.

**Денисюк Олександр Вікторович** – здобувач вищої освіти групи ІАКІТР-24м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [denis\\_uk@ukr.net](mailto:denis_uk@ukr.net);

**Папінов Володимир Миколайович** - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com);

**Denysyuk Oleksander P.** – higher education student of ІАКІТР-24m group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, [denis\\_uk@ukr.net](mailto:denis_uk@ukr.net);

**Papinov Volodymyr M.** - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).