

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОЇ ПІДТРИМКИ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З ДИСЦИПЛІНИ «ПРОМИСЛОВИЙ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ»: ПІДСИСТЕМА ПІДТРИМКИ СТУДЕНТСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді вирішується задача розробки на основі системи «JetIQ» (автоматизоване управління даними освітнього процесу та документообігом) та інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне хімічне виробництво» системи електронної підтримки навчального процесу з дисципліни «Промисловий Інтернет речей». Ця система буде використовуватися для навчання магістрів спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Ключові слова: система електронної підтримки, навчальна дисципліна, промисловий Інтернет речей, викладацька діяльність.

Abstract

The report addresses the task of developing a system of electronic support for the educational process in the discipline "Industrial Internet of Things" on the basis of the "JetIQ" system (educational process data and document flow automated management) and educational environment of the type "virtual chemical production". This system will be used for teaching masters in the specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics".

Keywords: electronic support system, educational discipline, industrial Internet of things, teaching activity.

Вступ

Для підвищення якості підготовки фахівців з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки на кафедрі АІТ нещодавно введена до навчального плану нова професійно-орієнтована дисципліна «Промисловий Інтернет речей» для магістерського рівня підготовки, яка повинна надати студентам основні теоретичні відомості та практичні знання щодо цифрової трансформації існуючого комп'ютерно-інтегрованого виробництва у перспективне «розумне» цифрове виробництво, організоване за концепцією «Індустрія 4.0» [1]. Тому створення системи підтримки цього навчального процесу, яка сприятиме підвищенню його ефективності за рахунок забезпечення викладача сучасними електронними освітніми інструментами, є, без сумніву, актуальною задачею.

Для її вирішення доцільно застосувати вже існуючі рішення. Так у ВНТУ вже тривалий час функціонує система автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» [2], яка призначена, зокрема, для дистанційної інформаційної взаємодії студентів та викладачів в ході навчального процесу через низку вбудованих функцій (сервісів). Також для проведення лабораторних та проектних практикумів з різних професійно-орієнтованих та спеціальних дисциплін спеціальності 174 на кафедрі АІТ ВНТУ створена сучасна комп'ютеризована лабораторія, програмно-технічні засоби якої утворюють інформаційно-освітнє середовище типу «віртуальне хімічне виробництво», яке функціонує за поширеною зараз концепцією комп'ютерно-інтегрованого виробництва «Індустрія 3.0» [3-6]. Це «віртуальне хімічне виробництво» включає основні та допоміжні технологічні процеси, а також різноманітні обслуговуючі технічні процеси.

Метою даної роботи є створення на основі існуючої системи «JetIQ» ВНТУ та існуючого інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне хімічне виробництво» кафедри АІТ ВНТУ системи електронної підтримки навчального процесу, яка підвищить ефективність студентської діяльності в рамках професійно-орієнтованої дисципліни «Промисловий Інтернет речей».

Результати дослідження

Для того, щоб магістри спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» могли отримати професійні компетенції, потрібні їм для успішної діяльності в умовах кіберфізичного виробничого середовища, організованого за концепцією «Індустрія 4.0», у вузі треба створити відповідне інформаційно-освітнє середовище та оптимальним чином організувати в ньому проєктне навчання студентів, зокрема, в рамках дисципліни «Промисловий Інтернет речей».

Практика освітньої діяльності доводить, що базовою основою фахової технічної освіти мають стати не стільки навчальні дисципліни, скільки способи й форми організації навчальної діяльності. Основні зусилля у сфері вищої технічної освіти мають бути спрямовані:

- на забезпечення високого рівня методологічної культури (методи пізнавальної, професійної та комунікативної діяльності);
- на володіння творчими методами пізнання й діяльності;
- на широке впровадження в освіту багатокритеріальної постановки та розв'язання інноваційних проблем;
- на пошук множини рішень і вибір оптимального з них для задоволення потреб замовника.

Тобто розв'язання проблеми підготовки фахівців для сфери розробки та реалізації технологій в рамках концепції "Індустрія 4.0" вимагає інтеграції науково-технічного й виробничого потенціалів, радикальної перебудови системи освіти, переходу на нові організаційні і методологічні форми підготовки фахівців [7].

Так, відома у світі компанія "Festo" для вирішення цієї проблеми створила на своєму новому заводі в Німеччині спеціальну тренувальну «навчальну фабрику» ("Learning Factory") [8]. Це дозволило при підготовці фахівців для реалізації сучасної концепції "СІМ" та перспективної концепції "Індустрія 4.0" ("розумна фабрика") максимально зблизити наукові розробки, новітнє навчальне обладнання й реальне виробництво. Всі ідеї студентів, що в ході навчального процесу успішно відпрацьовуються на даній «навчальній фабриці», потім впроваджуються в реальне виробництво негайно. Крім цього, компанія "Festo" розробило спеціальне модульне навчальне обладнання – CP Labs (рис. 1), що використовується для комп'ютерно-інтегрованого виробництва [9].



Рис. 1. Зовнішній вигляд модульної лабораторії "Festo"

Фактично ці лабораторії являють собою віртуальні міні-заводи, побудовані за абсолютно новими принципами. Вони модульні, легко адаптуються до змін, модулі спілкуються між собою по мережних протоколах, дані зберігаються в "хмарі", до цього виробництва підключаються системи класу MES та ERP.

Проте, даний приклад вирішення сучасної проблеми підготовки висококваліфікованих фахівців в рамках концепцій "СІМ" та "Індустрія 4.0" є досить рідким явищем, навіть у світовій практиці. Більш розповсюдженою зараз формою організації інформаційно-освітнього середовища типу «віртуальне підприємство» у вищих технічних навчальних закладах є спеціалізовані навчальні лабораторії, в яких за допомогою тих чи інших засобів відтворюється або імітується частина реального виробництва або усе виробництво в цілому. Такі лабораторії створюються вузами не самостійно, а у співпраці або з відомими світовими виробниками систем промислової автоматизації, або з потужними системними інтеграторами.

Наприклад у ВНТУ така комп'ютеризована лабораторія створена ще у 2015 році для практичного вивчення студентами сучасного комп'ютерно-інтегрованого виробництва. Усе лабораторне та промислове обладнання в ній утворюють інформаційно-освітнє середовище типу «віртуальне хімічне виробництво» [3-6], яке використовується для організації наскрізного практичного навчання студентів в рамках декількох професійних дисциплін (рис. 2).



Рис. 2. Схема наскрізного практичного навчання в рамках низки професійних дисциплін спеціальності

На рисунку позначені такі предмети вивчення окремих дисциплін – ІСАВ (інтегрована система автоматизації виробництва, побудована за концепцією «Індустрія 3.0») та КФСАВ (кіберфізична система автоматизації виробництва, побудована за концепцією «Індустрія 4.0»). Для магістерського рівня підготовки паралельно з дисципліною «Промисловий Інтернет речей» викладається дисципліна «Стандарти та проектування комп'ютерно-інтегровані системи управління», яка надає теоретичних знань та практичного досвіду у проектуванні промислових комп'ютерно-інтегрованих систем за концепцією «Індустрія 3.0». Таким чином, виходячи з сучасних вимог до професійних компетенцій фахівців спеціальності, така організація навчального процесу забезпечує одну із головних з них – «Міждисциплінарність».

Зокрема, основними завданнями вивчення дисципліни «Промисловий Інтернет речей» є такі:

- ознайомитись з онтологією предметної області та діючими стандартами промислового Інтернету речей (Industrial Internet of Things, IIoT), що реалізує автоматизоване управління виробництвом на основі різних за масштабом кіберфізичних систем;
- ознайомитись з основними методами та програмно-технічними засобами реалізації локальних кіберфізичних систем автоматизації технічних та технологічних процесів промислового підприємства;
- ознайомитись з основними методами та програмно-технічними засобами реалізації кіберфізичних систем автоматизації виробничих процесів промислового підприємства.

Навчальний процес даної дисципліни розділений на два змістовних модулі (М1 та М2). В ході лекційного курсу та самостійної роботи модуля М1 вивчаються особливості концептуального та архітектурного проектування кіберфізичних систем промислового призначення (КФСПП), в результаті чого, по-перше, формуються відомості про компоненти та властивості цих КФСПП (на основі дослідження вже існуючих проектних рішень), по-друге, описуються способи концептуального та архітектурного проектування КФСПП з заданими властивостями.

Одночасно проводиться проектний практикум з даної дисципліни, в ході якого **студенти** на практиці навчаються аналізувати реальний АТП/АВП та виявляти в ньому існуючі проблеми, які далі можна буде вирішити шляхом проектування та впровадження на реальному виробництві відповідної КФСПП. При цьому **студенти** використовують спеціальну методику структурованого аналізу реального АТП/АВП, яка заснована на знанні архітектурної будови КФСПП, яка вивчається у лекційному курсі. При застосуванні цього структурованого аналізу використовується також перелік властивостей КФСПП, який теж формується в ході лекційного курсу та самостійної роботи **студентів**.

В ході наступного змістовного модуля даної дисципліни М2 у лекційному курсі вивчаються існуючі на даний момент часу способи цифрової трансформації реального АТП/АВП, які являють собою практичну реалізацію тих чи інших КФСПП з застосуванням новітніх цифрових технологій (віртуальна реальність, аналітичні платформи, штучний інтелект, «розумні» роботи і т.п.). В результаті такого теоретичного курсу поступово формуються практичні рекомендації для виконання процесу цифрової трансформації, що на практиці вивчається **студентами** в рамках проектного практикуму.

Проектний практикум даного змістовного модуля присвячений індивідуальному практичному проектуванню **студентами** концептуального і архітектурного рішення відповідної КФСПП для цифрової трансформації того реального АТП/АВП, який **студенти** аналізували під час попереднього змістовного модуля.

Цифрова трансформація будь-якого існуючого реального АТП/АВП являє собою процес поступового його перетворення у більш досконаліший його варіант, що відповідає рекомендаціям перспективної концепції цифрового виробництва – «Індустрія 4.0» (I4.0). Тому схема організації навчального процесу з даної дисципліни забезпечує як вивчення теоретичних основ виконання **студентами** двох основних стадій цього процесу («Аналіз існуючого реального АТП/АТВ», «Проектування промислової кіберфізичної системи»), так і практичне виконання **студентами** цих стадій за індивідуальними завданнями в рамках відповідного проектного практикуму.

В ході реалізації описаної схеми навчального процесу обидва його учасники – викладач і студент – повинні обов'язково виконувати певні види діяльності, спрямовані на досягнення мети та вирішення усіх завдань навчальної дисципліни. Так згідно з цією схемою, на стадії «Аналіз існуючого реального АТП/АТВ» проектного практику з даної дисципліни **студент** повинен порівняти будову та принцип дії існуючого реального АТП/АВП з властивостями більш досконалого АТП цифрового «розумного» виробництва і виявити в результаті такого порівняння основні недоліки існуючого реального АТП/АВП, склавши відповідний їх перелік. На інших стадіях навчального процесу і викладач, і **студент** повинні також обов'язково виконувати відповідні види діяльності, які інформаційно зв'язані між собою (здійснюється інформаційний обмін за результатами кожної діяльності).

З урахуванням цього і була розроблена концепція вдосконаленої підсистеми електронної підтримки студентської діяльності в рамках начального процесу даної дисципліни (рис.3). Підсистема створюється на основі системи автоматизованого управління даними освітнього процесу та документообігу «JetIQ» ВНТУ. В цій системі використовуються такі її складові частини, як «Персональний кабінет студента» та «Комунікаційні сервіси JetIQ» [2].

Студент через свій комп'ютер входить до персонального кабінету і створює в ньому два залікових записи – «Account#1» (для доступу до інформаційних хмарних сервісів компанії Google) та «Account#2» (для доступу до інструментів хмарної платформи «Microsoft Office 365 for Education»).

За допомогою першого з'єднання **студент** зі свого персонального кабінету, використовуючи відповідний програмний «Інструмент онтологічного дослідження предметної області» може досліджувати різноманітні Інтернет-джерела, пов'язані з предметом вивчення даної дисципліни, та за допомогою програмного «Інструмент збереження результатів дослідження» генерувати відповідну модель предметної області (наприклад в ході вибору варіанту побудови промислової КФС за індивідуальним завданням у проектному практикумі).

Під час лекцій викладач надає **студентам** навчальний матеріал процедурного типу, зокрема он-лайн проектування промислової КФС (розробка концепції та архітектурне проектування). Для цього викладач використовує відповідний програмний інструмент, який може включати і потрібну за даною темою проектну інформацію з «Викладацька база даних по прикладах реалізації». Наприклад, такою інформацією може бути відеоролик, який демонструє дію якоїсь реальної промислової КФС. Щоб **студенти** могли переглядати цю он-лайн демонстрацію в підсистемі електронної підтримки треба мати відповідний програмний «Інструмент перегляду он-лайн проектування». Тоді, після демонстрації відеоролика («Он-лайн демонстрація» через відповідний комунікаційний сервіс «JetIQ»), викладач

може перейти до його аналізу, залучаючи для цього і **студентів**. Тому програмний «Інструмент перегляду он-лайн проектування» повинен давати змогу **студентам** у інтерактивному режимі приймати участь у аналізі та обговоренні переглянутого відеоролика. В ході такого аналізу виявляються основні властивості даного конкретного прикладу реалізації КФС, а викладач в режимі он-лайн заносить ці властивості у спеціальний файл «Властивості I4.0» (властивості I4.0). Цей файл за допомогою відповідного комунікаційного сервісу «JetIQ» публікується для **студентів**, щоб вони могли за допомогою програмного «Інструмент перегляду» періодично брати з нього оновлену інформацію, а також використовувати її для виконання індивідуальних завдань в рамках проектного практикуму (наприклад при аналізі існуючого реального АТП/АВП та виявленні його недоліків у порівнянні з властивостями I4.0).

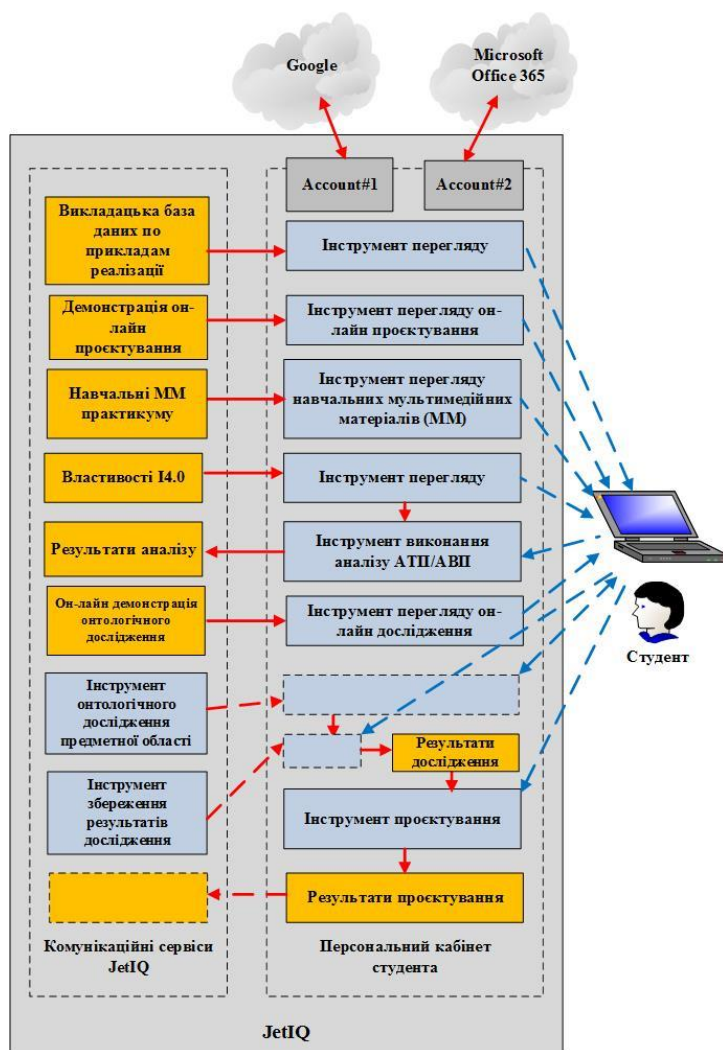


Рис. 3. Концепція вдосконаленої підсистеми електронної підтримки

При вивченні матеріалу змістовного модуля M2 даної дисципліни викладач має спеціальний програмний «Інструмент онтологічного дослідження предметної області», за допомогою якого він постійно сканує різноманітні Інтернет-джерела, пов'язані з предметом вивчення дисципліни, та відповідним чином представляє результати цього дослідження. Одним з найбільш розповсюджених способів цього відображення є графічна онтологічна модель, яка дозволяє і викладачу, і **студентам**, легше зрозуміти та уявити будову такого складного об'єкту як промислова КФС. Для того, щоб автоматично генерувати таку графічну модель, яка може бути і тривимірною, для викладача створюється спеціальний програмний інструмент. Результати викладацького онтологічного дослідження предметної області зберігаються у вигляді «Викладацька модель предметної області», яку викладач може постійно поповнювати. Ця модель має бути надана (через відповідний комунікаційний сервіс «JetIQ») і **студентам** для їх самостійної роботи. При цьому обидва вказані інструменти повинні

бути доступними і для використання **студентами**, щоб вони могли проводити власні онтологічні дослідження предметної області при виконанні стадії «Проектування промислової КФС» в рамках проектного практикуму. Отримані власні «Результати дослідження» використовуються **студентом** при проектуванні концепції та архітектури промислової КФС за індивідуальним завданням проектного практикуму. Це проектування здійснюється за допомогою програмного «Інструмент проектування», а результати проектування поетапно надсилаються викладачу для перевірки (через відповідний комунікаційний сервіс «JetIQ»).

Висновки

На основі аналізу мети та завдань навчальної дисципліни «Промисловий Інтернет речей» для магістрів спеціальності 174 №Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» були визначені усі види студентської діяльності та розроблена концепція вдосконаленої підсистеми її електронної підтримки, яка базується на існуючих комунікаційних сервісах системи «JetIQ» ВНТУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Євсєєв В.В. Методи та моделі кіберфізичного керування процесами в організаційно-технічних виробничих об'єктах автореферат . - Х: ХНТУ, 2021. - 48 с. / URL : <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/8021ae6e-aea5-4797-a311-fb871f8a2926/download>.
2. Wiki : ВНТУ [Електронний ресурс] / URL : <https://wiki.vntu.edu.ua>.
3. 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.
4. 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.
5. 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>).
6. 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>).
7. Індустрія 4.0 - майбутнє технічної освіти [Електронний ресурс]: Ua.Automation.com. URL : <http://ua.automation.com/content/industrija-40-budushhee-tehnicheskogo-obrazovanija>.
8. Working and learning [Електронний ресурс]: Festo Corporate. URL: <https://www.festo.com/group/ru/cms/10968.htm>.
9. An integrated learning system for Industry 4.0 [Електронний ресурс] / URL: <https://www.festo-didactic.com/int-en/highlights/qualification-for-industry-4.0/project-workstation-i4.0-cp-lab/>.

Петров Олександр Вадимович - студент групи АКІТ-22мз, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: petrov.alex.vad@gmail.com;

Папінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnppapinov@gmail.com;

Petrov Oleksandr V. – student of AKIT-22mz group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: petrov.alex.vad@gmail.com;

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: vnppapinov@gmail.com.