

УДК 37.031.4

Луценко Галина Василівна

доктор педагогічних наук, доцент

доцентка кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, м. Черкаси, Україна

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

ПРОГРАМНЕ СЕРЕДОВИЩЕ VISUAL PARADIGM У НАВЧАННІ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ-ІНЖЕНЕРІВ

Анотація. У статті розглянуто можливості використання багатoproфільного програмного середовища Visual Paradigm у навчанні дисципліни «Технологія проєктної роботи» студентів інженерної спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». У контексті поширення концепції «Індустрії 4.0» обґрунтовано важливість інтеграції апаратних і програмних проєктних розробок як складової професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей, а також необхідність формування у майбутніх інженерів навичок, пов'язаних із здатністю адаптуватися до швидкозмінних умов праці. Визначено шляхи впровадження проєктно орієнтованого навчання у підготовці до вирішення інтегрованих професійних завдань, що сприяє опосередкованому формуванню у студентів інженерних спеціальностей загальних компетентностей, пов'язаних з управлінням проєктною діяльністю, роботою в команді, комунікацією та співпрацею. Визначено особливості професійного контексту інженерної діяльності, що мають знаходити відображення в освітньому процесі. Описано приклад формулювання програмових результатів курсу «Технологія проєктної роботи» разом з фаховими компетентностями, що відповідають загальнопрофесійній та спеціальнопрофесійній складовим і загальні компетентності, що містять особистісно-міжособистісну складову та компетентності, що будуть затребувані в освітньому процесі й професійній сфері. Для теоретичного матеріалу дисципліни «Технологія проєктної роботи» розроблено результати навчання з використанням таксономії Андерсона. Запропоновано використовувати гібридне навчання, у ході якого поєднуються лекції й лабораторні заняття в традиційній формі та проєктна діяльність студентів-інженерів. Детально описано процедуру розробки комплексу UML-діаграм у програмному середовищі Visual Paradigm Community Edition для проєктних завдань курсу «Технологія проєктної роботи».

Ключові слова: інженерна освіта; проєктно орієнтоване навчання; UML; Visual Paradigm.

1. ВСТУП

У 2011 році на промисловій виставці-ярмарку в місті Ганновер (Німеччина) було проголошено заснування «Індустрії 4.0». Вона трактувалась як наступний етап цифрової трансформації виробничих підприємств, який супроводжується інтенсивним впровадженням сучасних технологій і створює умови для зміни бізнес-моделей і подальшого прискорення інноваційного розвитку [1]. За певний час потому до озвученої ініціативи долучились декілька тисяч компаній, що об'єднались навколо напрямів досліджень, інновацій і навчання у сфері виробничих технологій.

На рівні технічного пояснення сутність «Індустрії 4.0» полягає в тому, що всі фізичні об'єкти будуть певним чином підключені до єдиної світової мережі – Індустріального інтернету (Інтернету речей на промисловому рівні) з метою обміну інформацією між ними без безпосереднього залучення до цього людини [2, с. 34]. Характерними ознаками «Індустрії 4.0» є злиття технологій і стирання меж між фізичними, цифровими і біологічними сферами.

У випадку професійної підготовки майбутніх інженерів, що активно інтегрує в себе сфери, які протягом багатьох років залишались прерогативою виключно ІТ-освіти, процес цифрової трансформації суспільства є особливо відчутним. Поширення адитивного виробництва, промислового Інтернету речей, віртуальної та доповненої реальності, кіберфізичних систем, організація виробництва на засадах горизонтальної та вертикальної системи інтеграції неминуче спричинять зміни на ринку праці, адже на перший план вийдуть навички, пов'язані зі здатністю адаптуватися до швидкозмінних умов праці, її організації і змісту [2]. Складовими цих змін є [1, 3]: зростання ролі креативності та інноваційності мислення в технологічній сфері та збільшення попиту на висококваліфікованих представників традиційних професій унаслідок автоматизації чи повної роботизації робіт, що зараз виконуються некваліфікованими працівниками.

Постановка проблеми. Глобальні тенденції четвертої промислової революції, не змінюючи загальної мети освіти, яку коротко можна означити як підготовку кваліфікованого фахівця і всебічно розвиненої особистості, здатної до гармонійного співіснування у соціумі та в природі, є серйозним чинником для перевизначення цілей освітньої діяльності щодо підготовки майбутніх інженерів.

У контексті оновлення освітніх програм професійної підготовки майбутніх інженерів має істотно інтенсифікуватись інтеграція «чистих» інженерних спеціальностей (наприклад, галузеве й енергетичне машинобудування, теплоенергетика, гідроенергетика тощо) та ІТ-спеціальностей. Така інтеграція відповідає ідеї промислового Інтернету речей, адже кіберфізичні системи, про які згадувалося вище, і є поєднанням інженерної та комп'ютерно-інформаційної складових.

Інтеграція апаратних і програмних розробок є професійним завданням, до вирішення якого готуються студенти спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

В умовах упровадження проєктно орієнтованого навчання, підготовка до вирішення професійних завдань може здійснюватися шляхом:

- організації міждисциплінарних проєктів, що можуть реалізовуватись для студентів однієї чи різних спеціальностей і/та курсів під спільним керівництвом викладачів різних спеціальностей;
- організації роботи студентів у групах з дотриманням сучасних практик підтримки проєктної діяльності на засадах гнучких підходів, упровадження agile learning;
- упровадження в практику освітньої діяльності передового програмного забезпечення та, що, звичайно, значно складніше в сенсі матеріальних затрат, технічного оснащення;
- використання віртуальних лабораторій та лабораторій з дистанційним доступом, цифрових платформ для проєктування інженерних розробок та управління проєктами;
- інтенсифікації використання англійської мови в процесі підготовки студентів інженерних спеціальностей для роботи з найсучаснішим програмним забезпеченням і ознайомлення з новинками в професійній сфері тощо.

Пошук ефективних шляхів практичного втілення окреслених вище шляхів у системі професійної підготовки майбутніх інженерів і визначає рамки досліджуваних питань.

Мета статті. Метою нашої роботи є опис авторського досвіду організації освітньої діяльності студентів інженерної спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» в рамках дисципліни «Технологія проєктної роботи» із застосуванням програмного середовища Visual Paradigm.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У 2018 році співробітниками Глобального інституту Маккензі було представлено звіт «Skill Shift: Automation and The Future of The Workforce», повний текст якого наведено на сайті Світового економічного форуму [4]. Презентовані в звіті матеріали підтверджують передбачення К. Шваба стосовно зростання ролі розвинутих когнітивних і метакогнітивних якостей (критичне і творче мислення, комплексна обробка інформації тощо), соціальних та емоційних якостей (емпатія, здатність постійно навчатись, уміння спілкуватись та вести переговори) та технологічних (ІТ, аналіз даних, інженерія та інженерні дослідження), які, як вважається, будуть найбільш високооплачуваними.

Серед проєктів Erasmus+, що працюють над прогностичними дослідженнями у сфері розроблення компетентнісного профілю інженера XXI століття, наведемо, як приклад, проєкт «A-STEP 2030 – Attracting diverse Talent to the Engineering Profession of 2030», до виконання якого долучені дослідники з Франції, Ірландії, Данії, Фінляндії та Бельгії. Основним завданням проєкту є розбудова інноваційних технологій навчання, релевантних до цінностей осіб, які навчаються, та ефективних у сенсі формування навичок і компетентностей, потрібних для подальшого сталого розвитку суспільства. Серйозну увагу дослідники приділяють розвитку практикоорієнтованих підходів, зокрема проєктно орієнтованому навчанню.

У працях таких вітчизняних дослідників, як К. Власенко, О. Гулай, Р. Горбатюк, О. Коберник, О. Пехота, С. Сисоєва та ін. проєктно орієнтоване навчання (для позначення поняття використовуються також терміни «метод проєктів», «проєктна діяльність», «проєктна освіта» тощо) трактується як дієвий спосіб інтеграції процесів формування фахових і загальних компетентностей майбутніх фахівців із різних галузей [5-9]. Практичні аспекти використання проєктної діяльності при підготовці майбутніх інженерів у вітчизняних університетах висвітлюються в ряді праць, опублікованих протягом останніх років [10-13].

Зазначимо, що впровадження окремих проєктів у межах вивчення окремих дисциплін недостатньо для того, щоб стверджувати, що навчання є проєктно орієнтованим. Дослідники пропонують використовувати п'ять ключових аспектів для ідентифікації проєктно орієнтованого навчання [14, 15]:

1. Завданням проєкту є вирішення проблем, вибір яких може самостійно здійснюватись студентами.

2. Виконання проєктів потребує проявів ініціативності студента чи групи студентів і передбачає провадження різних видів діяльності (робота з інформацією, програмування, конструювання, презентація тощо).

3. Результатом проєкту є, зазвичай, певний кінцевий продукт (наприклад, магістерська чи бакалаврська робота, звіт, технічне завдання, комп'ютерна програма чи модель тощо).

4. Робота над проєктом виконується протягом визначеного часу.

5. Викладачі консультують студентів, а не керують безпосередньо виконанням проєкту на всіх етапах.

Звертаючись до матеріалів дослідження П. Блуменфельда і його колег, Л. Хелле [16] наголошує на винятковій важливості першого та третього аспектів. Автори зазначають, що вся сутність проєктно орієнтованого навчання полягає в тому, що проблеми або питання слугують для організації діяльності та управління нею, причому така діяльність завершується створенням кінцевого продукту, який і є вирішенням проблеми. Подібні міркування наведено в статті Г. Хейтмана [17], де автор ідентифікує

характерні риси проєктно орієнтованого навчання саме для системи інженерної освіти, виділяючи:

- спрямованість на розвиток мотивації;
- практичну професійну орієнтацію;
- опору на наявний досвід студентів;
- організацію роботи в команді та розвиток навичок комунікації;
- неостаточний характер знайденого розв'язання;
- мультидисциплінарний чи міждисциплінарний характер;
- розвиток навичок управління проєктами.

Наголосимо, що впровадження проєктно орієнтованого навчання і проблемно орієнтованого навчання відповідає ідеям контекстного навчання, яке надає виняткового значення реальним ситуаціям. Контекстне навчання допомагає студентам побудувати зв'язки між змістом навчання та контекстом професійної діяльності чи повсякдення, у якому отримані знання можуть бути використані.

Освітній контекст трактується як середовище, що сприяє набуттю знань та вмінь із залученням попереднього досвіду студентів, факторів мотивації та можливостей для застосування інженерних знань та навичок на практиці. До особливостей професійного контексту інженерної діяльності, що мають знаходити відображення в освітньому процесі, належать:

- вирішення інженерних завдань з урахуванням вимог і потреб зацікавлених сторін, доступних ресурсів;
- застосування інноваційних технологій (програмних, технічних, організаційних тощо) з усвідомленням можливостей їх удосконалення;
- акцент на вмінні знаходити вирішення проблем;
- робота в команді й ефективна комунікація.

Вибір та впровадження сучасного програмного забезпечення широкого спектру призначення, що використовується як під час вирішення завдань проєкту, так і для його організації, є важливою умовою формування освітнього контексту. Така умова частково ґрунтується на ідеї інформатизації освіти, що, на думку В. Бикова, трактується як множина науково-технічних, організаційно-правових, навчально-методичних, виробничих, соціально-економічних, управлінських процесів, що взаємно спрямовані на задоволення інформаційних, обчислювальних, телекомунікаційних потреб осіб, що навчаються та навчають [18].

На нашу думку, інформатизація освіти є універсальною умовою, що діє незалежно від профілю підготовки і виражається у створенні нового типу навчального середовища – інформаційно-освітнього. Основні характеристики такого середовища: наявність системи засобів спілкування; наявність засобів самостійної роботи з інформацією; наявність інтенсивного спілкування між учасниками освітнього процесу [19]. Елементом уже типового системного методичного супроводу освітньої діяльності студентів у групах є використання сучасних динамічних навчальних середовищ (Moodle, Google Classroom тощо). Використання таких систем спрямоване на створення інформаційно-освітніх середовищ, у яких інформація створюється та поширюється всіма учасниками освітнього процесу (викладачами та студентами), а робота з нею здійснюється в інтерактивному режимі.

3. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Починаючи з 2018-2019 навчального року для студентів спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Черкаського національного

університету імені Богдана Хмельницького було впроваджено інтегрований курс «Технологія проектної роботи». Робота у межах цього курсу розпочинається з другого семестру і продовжується протягом усього періоду навчання, завершуючись бакалаврською роботою у восьмому семестрі. На роботу над дисципліною «Технологія проектної роботи» для студентів першого курсу спеціальності «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» відводиться 3 кредити ECTS разом з 30 аудиторними годинами. Аудиторні години курсу розподіляються рівномірно між трьома видами діяльності студентів: лекції, лабораторні роботи та проект.

Зміст курсу «Технологія проектної роботи» в кожному з семестрів узгоджується з іншими дисциплінами відповідного семестру. Такий підхід відповідає ідеї гібридного навчання, за якого поєднуються заняття у традиційній формі, що забезпечують системне та послідовне формування знань з дисциплін природничо-наукового та професійного циклів, та проектна діяльність студентів [20].

В україномовній термінологічній традиції оперують трьома різними термінами, складовою лексичного значення яких є «проект»:

- проектно орієнтоване навчання (*project-based learning*) – інноваційна педагогічна технологія, за умов використання якої досягнення педагогічних цілей відбувається шляхом вирішення проблем в умовах проектної діяльності;
- інженерне проектування (*engineering design*) – основоположна складова інженерної діяльності, яка полягає у створенні опису ще не існуючої сутності і/або практичному її втіленні, відповідно до визначеного набору вимог і обмежень;
- управління проектами, проектна діяльність (*project management*) – скоординована діяльність, пов'язана із задумом та реалізацією найширшого спектру завдань – від побутових до світового масштабу, що передбачає спрямованість на досягнення певної мети і відбувається в умовах обмеженості часу й ресурсів.

З метою контекстуалізації освітнього процесу та розвитку фахових компетентностей майбутніх інженерів у сфері інженерного проектування, складовою професійної підготовки ми обираємо проектно орієнтоване навчання, причому реалізація колективних студентських проєктів, безпосереднім завданням яких є інженерне проектування, сприяє опосередкованому формуванню загальних компетентностей, пов'язаних з управлінням проектами, управлінням часом, здатністю працювати в моно– та міждисциплінарних колективах тощо.

При розробці програмових результатів навчання дисципліни «Технологія проектної роботи» основним орієнтиром виступав затверджений у жовтні 2018 року Стандарт вищої освіти бакалавра за спеціальністю «151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» галузі знань «15 Автоматизація та приладобудування». Відповідно до Стандарту перелік програмових результатів навчання бакалавра спеціальності АКІТ містить:

- ПР03. Уміння застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси;
- ПР012. Уміння використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Для деталізації програмових результатів курсу «Технологія проектної роботи» ми опрацювали низку освітніх програм спорідненої спрямованості університету Ольборгу

(Данія), що займає передові позиції у світі з використання ідей гібридного проблемно і проєктно орієнтованого навчання [21, 22], а також програмні матеріали концепції CDIO [23] і проєкту TUNING-AHELO [24].

Компетентності, у межах яких формулюються програмові результати, ми розділяємо, зараховуючи до однієї з чотирьох категорій: фахові компетентності, що відповідають загальнопрофесійній та спеціальнопрофесійній складовим, і загальні компетентності, до яких належить особистісно-міжособистісна складова, та такі, що будуть затребувані в освітньому процесі й професійній сфері. У таблиці 1 наведено перелік програмних результатів для курсу «Технологія проєктної роботи».

Таблиця 1

**Перелік програмових результатів навчання для курсу
«Технологія проєктної роботи»**

Категорія	Програмовий результат
Фахові компетентності (спеціально-професійні)	Бути здатним застосовувати на практиці знання щодо розробки ІТ-продуктів з використанням різних моделей життєвого циклу Бути здатним застосовувати на практиці знання щодо розробки ІТ-продуктів з використанням об'єктно орієнтованого проєктування Бути здатним аналізувати та проєктувати ІТ-продукти з дотриманням вимог і обмежень реального світу Бути здатним обирати та застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для UML моделювання
Фахові компетентності (загально-професійні)	Бути здатним збирати, аналізувати та опрацьовувати науково-технічну інформацію, пов'язану з проєктним завданням Бути здатним ідентифікувати й аналізувати технічні, природничі та соціальні проблеми у контексті інженерної діяльності Бути здатним пов'язувати професійну практику та потреби людства й суспільства Бути здатним мислити системно
Загальні компетентності (затребувані в освітньому процесі й професійній сфері)	Бути здатним визначити мету проєкту та працювати послідовно й методологічно коректно для досягнення цих цілей Бути здатним презентувати отримані результати у письмовій, усній та графічній формах Бути здатним обговорювати результати проєктної діяльності та спілкуватися з іншими студентами з використанням професійної лексики
Загальні компетентності (особисті й міжособистісні)	Бути здатним до самоспрямованого навчання шляхом узагальнення отриманого досвіду й подальшого застосування у власному освітньому процесі Бути здатним ефективно діяти в складі проєктних груп

Основною вимогою до результатів навчання є їх вимірюваність, що передбачає використання певної шкали вимірювання навчальних досягнень. Як показано в матеріалах університету Дубліна [25], у сфері інженерної освіти співіснують, а інколи й поєднуються різні таксономії, серед яких таксономія Блума, модифікована таксономія Андерсона, SOLO-таксономія, таксономія Фінка тощо.

У нашому випадку, розробляючи результати навчання для теоретичного модуля, ми звернулись до таксономії Андерсона як такої, що має детально розроблені словники дієслів. Приклад результатів навчання для теми «Проеєтування інформаційних систем» наведено в таблиці 2. Перевірка рівня сформованості здійснюється з використання тестових завдань різної форми за результатами лекцій та самостійного опрацювання матеріалів.

Таблиця 2

Приклад результатів навчання для модуля «Проектування інформаційних систем» курсу «Технологія проектної роботи»

№ з/п	Рівень таксономії	Результати навчання
1.	Знання	Відтворити основні поняття технології проектування ІС (ІТ, ІС, інформація, життєвий цикл ІС, модель життєвого циклу тощо). Розказати, як і чому змінювались моделі розробки ІС Перерахувати процеси, які виконуються на різних стадіях розробки ІС Скласти список ознак, за якими класифікують ІС.
2.	Розуміння	Пояснити різницю між інкрементною та ітеративною розробкою Назвати передумови появи гнучких методів розробки ІС Назвати ключові чинники для створення нової ІС. Пояснити принцип системності в контексті створення ІС. Встановити відповідність між моделями життєвого циклу та їх схематичним зображенням.
3.	Застосування	Вибрати та застосувати чинні методики аналізу вимог до ІС. Проілюструвати аспекти, на які вказують потреби створення ІС.
4.	Аналіз	Проаналізувати затрати часу й ресурсів для різних стадій проектування ІС. Визначити основні компоненти спеціалізованого програмного забезпечення для проектування ІС. Визначити, чи є спільні компоненти для різних видів ІС.
5.	Оцінювання	Оцінити область застосування каскадної моделі. Обґрунтувати, які переваги для управлінських функцій забезпечує використання ІС.
6.	Синтез (створення)	Зробити висновок про ефективність управління процесом життєвого циклу ІС Запропонуйте способи покращення взаємодії замовника (користувача) та розробників ІС. Визначте, які кращі практики гнучких моделей можуть використовуватись у рамках традиційних підходів

Оцінювання навчальної діяльності студентів здійснюється у співвідношенні: 20% - тест, 40% - індивідуальні лабораторні роботи; 40% - групова проектна робота.

Для курсу «Технологія проектної роботи» завданням проекту було визначено розробку ідеї оригінальної інформаційної системи з акцентом на її практичному застосуванні, пошук інформації з метою деталізації опису та аналізу можливих аналогів таких систем, а також створення комплексу UML-діаграм у середовищі Visual Paradigm для подальшої програмної розробки системи. Підґрунтям для проектної діяльності студентів визначено володіння базовими навичками програмування, які вони здобувають у першому семестрі в курсі «Алгоритмізація і програмування».

Як зазначалося вище, в ході вивчення курсу студенти мають одночасно опанувати навички об'єктно орієнтованого проектування і навчитися працювати з новим, доволі складним, програмним середовищем. Тому, плануючи навчальний курс, ми винесли завдання роботи з середовищем VP у лабораторні роботи, приклад яких ми наведемо нижче, а завдання творчого плану – пошук ідеї власної розробки та її реалізація, реалізовувались у ході проекту. Цикл лабораторних робіт ілюструє студентам послідовність розробки UML діаграм, якої вони мають дотримуватись і в оригінальному проекті.

Виконання лабораторних робіт та проектного завдання здійснювалося з використанням програмного середовища Visual Paradigm Community Edition, що безкоштовно поставляється розробником. Для взаємодії студентів з викладачем використовувався вебсервіс Google Classroom, а для взаємодії команд студентів між собою – багатоплатформна система управління проектами Trello [26].

4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Візуальним моделюванням називається спосіб опису ідей та проблем реального світу за допомогою моделей [27]. У загальному розумінні, модель – це абстракція, опис сутності складної проблеми чи структури, при створенні якої нехтують несуттєвими деталями. При побудові моделі використовують нотацію – набір загальноприйнятих позначень. Як правило, мова йде про складні системи, для яких виконується морфологічний і функціональний опис, що призводить до потреби поділу складної системи на декілька абстрактних нотацій.

Важливим етапом розвитку нотацій стала поява в 1995 році першої загальнодоступної версії UML (Unified Modelling Language) – уніфікованої мови моделювання для візуального моделювання систем з використанням об'єктно орієнтованої парадигми. UML – це стандартизована мова моделювання, що складається з інтегрованого набору діаграм, створених для допомоги розробниками систем та програмного забезпечення [28]. У 1997 році організація Object Management Group визнала UML стандартною мовою моделювання. Фактично з того ж часу вивчення UML стає складником освітніх програм підготовки ІТ фахівців і майбутніх інженерів.

У сучасних працях, присвячених методології створення програмних систем різних рівнів складності, визнається, що створення системи не є питанням вибору методології проєктування, програмування чи технічної реалізації. Ключовим завданням на першому етапі створення системи є пошук консолідованого бачення майбутнього результату, визначення якого відбувається шляхом взаємодії замовників і розробників. Сформоване узгоджене бачення може мати формальне або напівформальне представлення, але повинно мати аналіз бізнес-вимог, доступних ресурсів, ідей та побажання замовників [27]. На наступному кроці (на етапі розробки специфікації вимог) відбувається деталізація й формалізація опису. Використання графічних нотацій дозволяє орієнтуватися в структурі системи як кваліфікованим розробникам, так і замовникам, що не мають відповідної кваліфікації.

Під час занять студенти використовували Visual Paradigm Community Edition 15.2, що поширюється компанією Visual Paradigm безкоштовно для некомерційного використання. Певні труднощі для студентів створювала відсутність україномовного інтерфейсу програмного середовища Visual Paradigm, що значною мірою компенсувалось дружністю інтерфейсу програми та розвинутою системою підказок, зокрема у відеоформаті.

Незважаючи на те, що на ринку представлено багато інструментів для побудови UML-діаграм, серед яких Edraw Max, StarUML, Umbrello, Altova та ін., перевагою використання Visual Paradigm є підтримка завершеного циклу розробки документації підтримки, адже останні версії програми підтримують побудову візуальних діаграм UML 2.x, діаграм вимог (Requirements diagram), діаграм «сутність-взаємозв'язок» (ERD), моделювання бізнес-процесів (Business Process Mapping і Business Model Canvas), діаграми потоків даних (DFD), режими колективної роботи, управління завданнями та проєктами, гнучку розробку тощо [28].

Підтримка нотації UML 2.x передбачає можливість побудови всіх основних типів діаграм мови UML, які поділяються на структурні діаграми та діаграми поведінки. Структурні діаграми використовуються для відображення статичної структури системи і її складових на різних рівнях абстракції, а також взаємозв'язків між ними. Діаграми поведінки відображають динамічну поведінку об'єктів у системі, що визначається через зміни, яких зазнає система.

Зазначимо, що сімейство VP підтримує два пов'язані між собою продукти: Visual Paradigm («VP Desktop») і Visual Paradigm Online («VP Online»). Користувачі VP

Desktop можуть створити робочу область в мережі Інтернет для доступу до функцій колективної роботи [28]. При виконанні студентського проєкту один із учасників реєструється як адміністратор і надсилає запрошення іншим студентами, забезпечуючи в такий спосіб можливість працювати над одним і тим же набором проєктів. В окремих випадках таким адміністратором може виступати викладач, що дозволить йому оперативно консулювати студентів, маючи доступ до розробки на різних етапах проєктування.

Основне вікно програми Visual Paradigm має вигляд, наведений на рисунку 1. Для створення нового проєкту потрібно обрати пункт New на панелі меню.

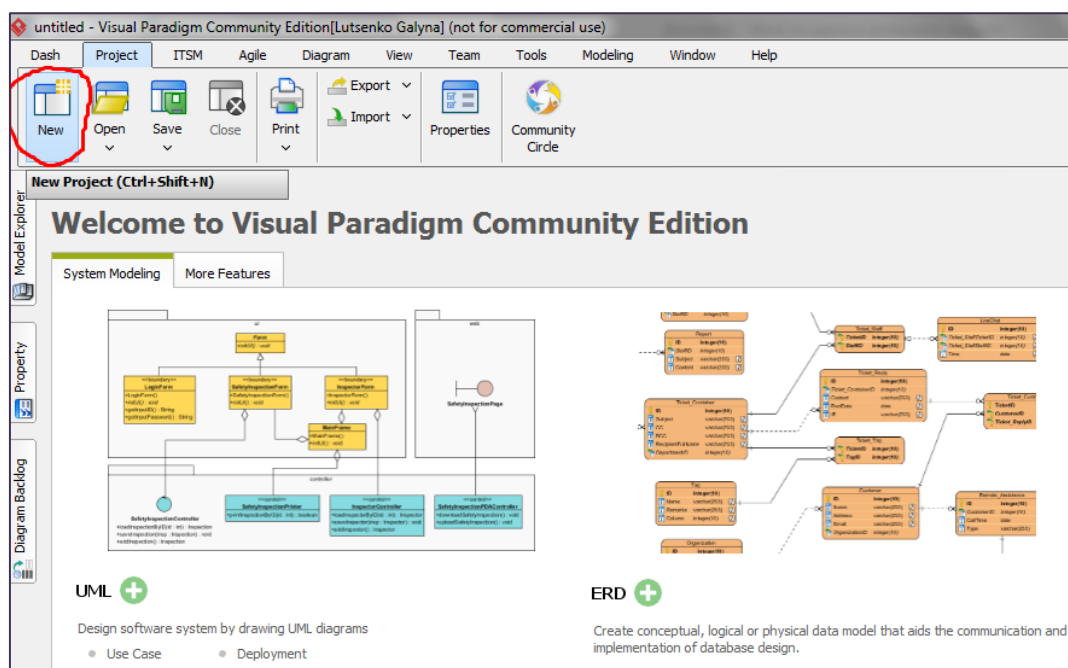


Рис. 1. Основне вікно програми Visual Paradigm

Під час створенні першого проєкту програма пропонує створити локальний або онлайн репозитарій. Для створення онлайн репозитарію потрібно обрати пункт меню Team і Select Repository та обрати VP Online чи Teamwork Server (рис. 2). Далі користувачі можуть створювати нові проєкти чи завантажувати вже існуючі.

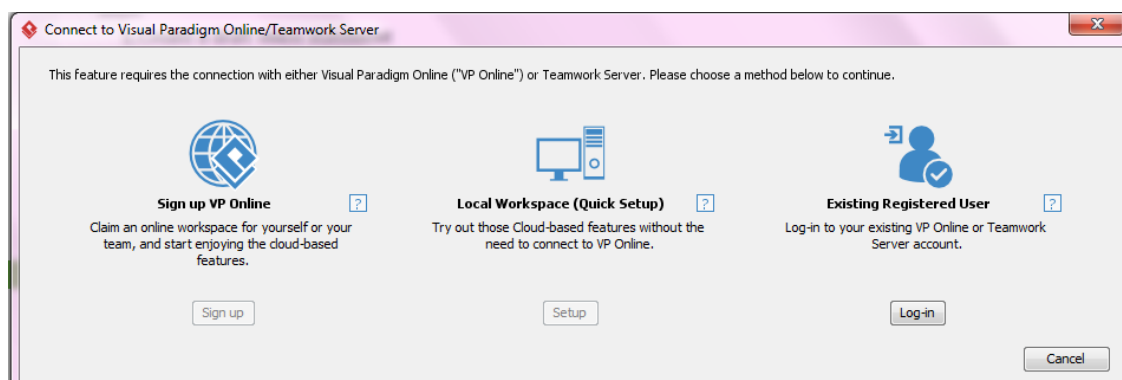


Рис. 2. Вікно створення онлайн репозитарію

Розробка циклу діаграм розпочинається з діаграми варіантів використання (діаграми прецедентів) – Use Case Diagram.

Теоретичні відомості стосовно діаграм варіантів використання розглядаються попередньо під час лекційних занять. Діаграма варіантів використання є зручним способом опису очікуваної поведінки системи з точки зору кінцевого користувача.

Створенню діаграми варіантів використання передуює початковий аналіз вимог до системи. Існує три форми опису функціонування системи, що відрізняються мірою деталізації. Короткий опис, обсяг якого складає один-два абзаци, презентує, як правило, лише єдиний і успішний сценарій роботи системи. Деталізований опис у вільній формі описує як головний, так і альтернативні сценарії. У повній формі опису виділяється декілька розділів, що дозволяє детально описати всі кроки та дії системи, а також перед- і постумови виконання прецеденту.

Основними елементами діаграми варіантів використання є актори та прецеденти, що позначають ролі користувача та дії, що виконуються системою відповідно. Приклад діаграми прецедентів, розробленої студентами у ході виконання проєктного завдання (сайту замовлення автозапчастин, що дозволяє обраховувати ціни з урахуванням доставки й аналізувати динаміку цін на запчастини й виводити відповідні графіки), наведено на рис. 3.

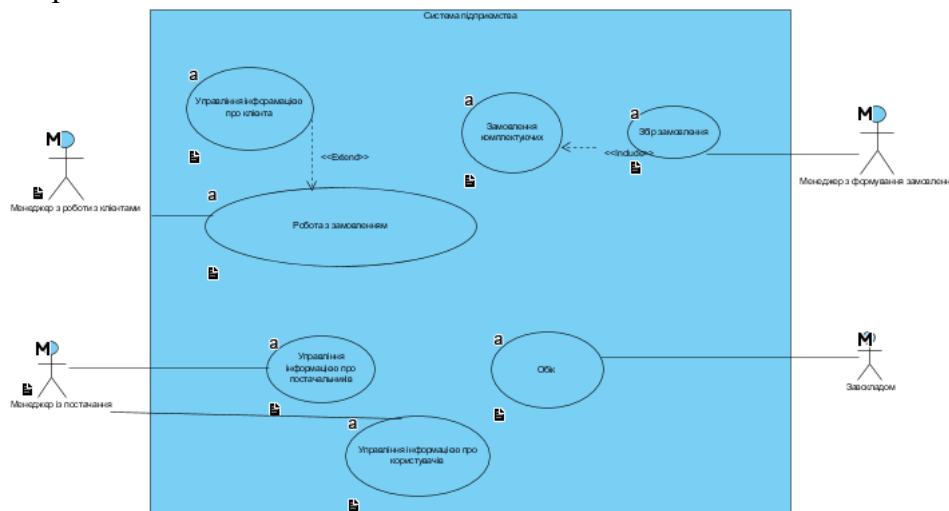


Рис. 3. Приклад діаграми варіантів використання

Важливою перевагою програмного середовища Visual Paradigm є можливість не лише здійснювати побудову комплексу UML-діаграм, а розробляти повний опис системи. Так, використовуючи додаткові значки для створених прецедентів, студенти отримують можливість додавати супровідні файли для прецедентів, URL-посилання, допоміжні діаграми, інші елементи моделі тощо (рис. 4).

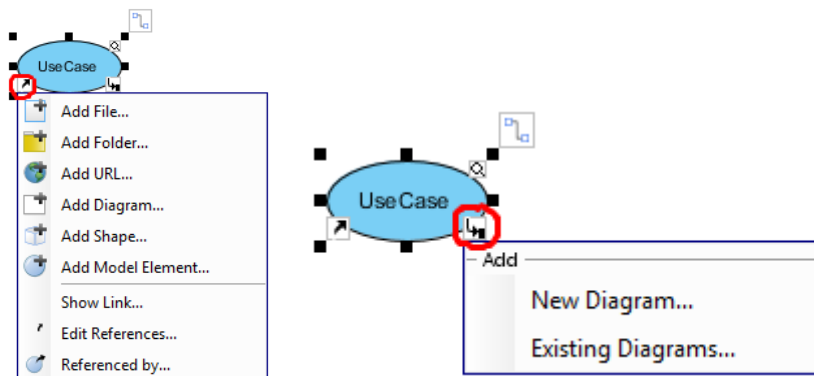


Рис. 4. Додаткові дії з прецедентами

Наступним кроком є створення діаграми класів. Зазначимо, що можливості, які пропонуються Visual Paradigm, є винятковими, адже програмне середовище дозволяє виконувати текстовий аналіз опису проблеми чи бізнес-кейсу, ідентифікуючи найуживаніші поняття та зв'язки між ними в автоматичному режимі. Виділені поняття візуалізуються як елементи діаграми класів, їх атрибути та операції.

Приклад діаграми класів для проєктного завдання наведено на рис. 5.

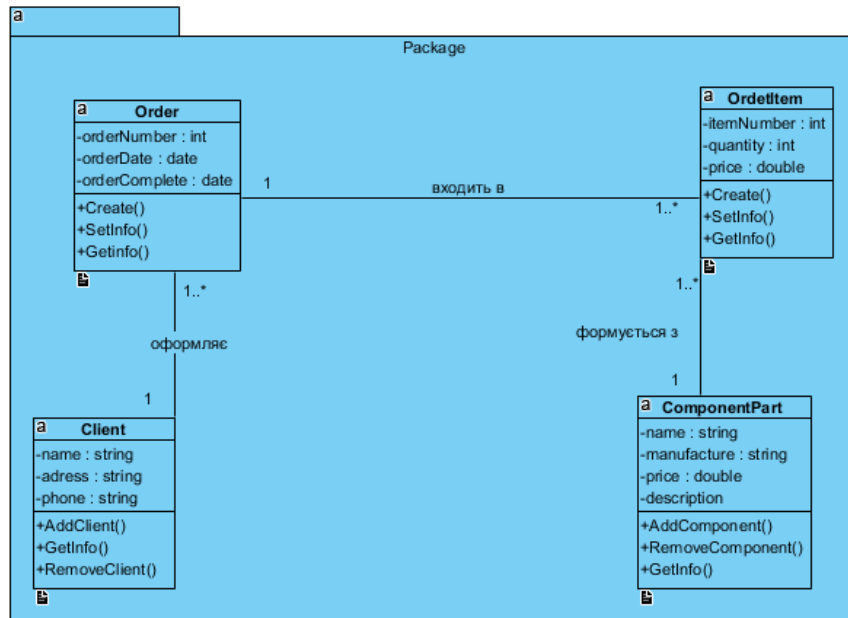


Рис. 5. Приклад діаграми класів

Для візуалізації взаємодії між користувачами, системою та підсистемами виконується побудова діаграм послідовності, що допомагає також зрозуміти логіку програмної розробки. Приклад діаграми послідовності наведено на рис. 6.

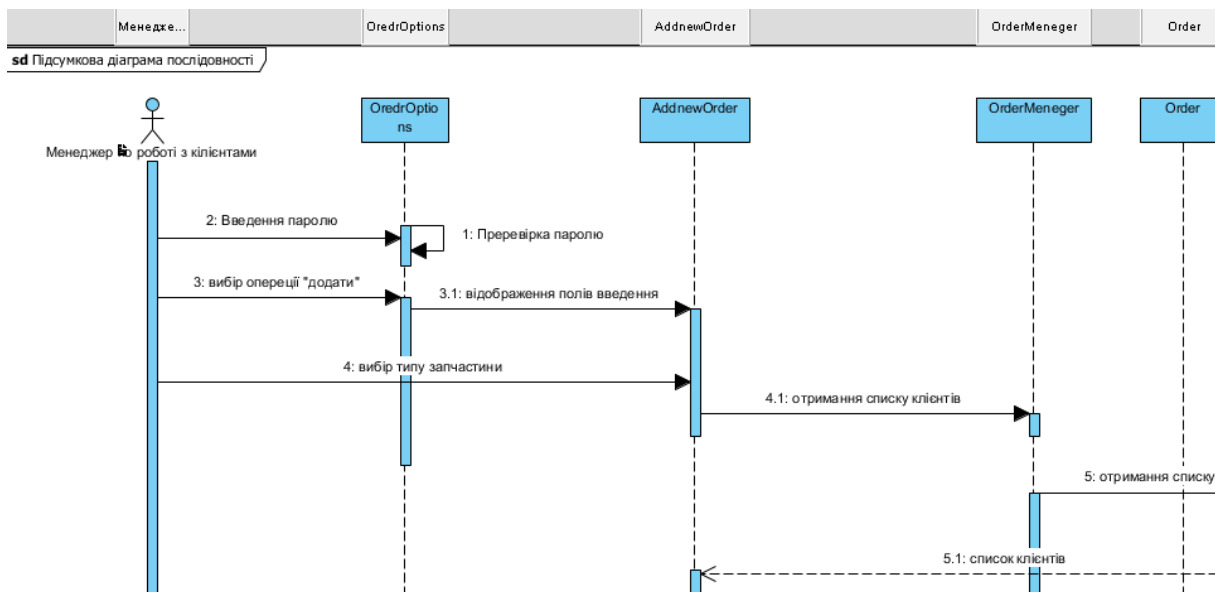


Рис. 6. Приклад діаграми послідовності

Діаграма діяльності UML дозволяє змодельовати потік управління. Приклад діаграми діяльності для дії «Додати замовлення» наведено на рис. 7.

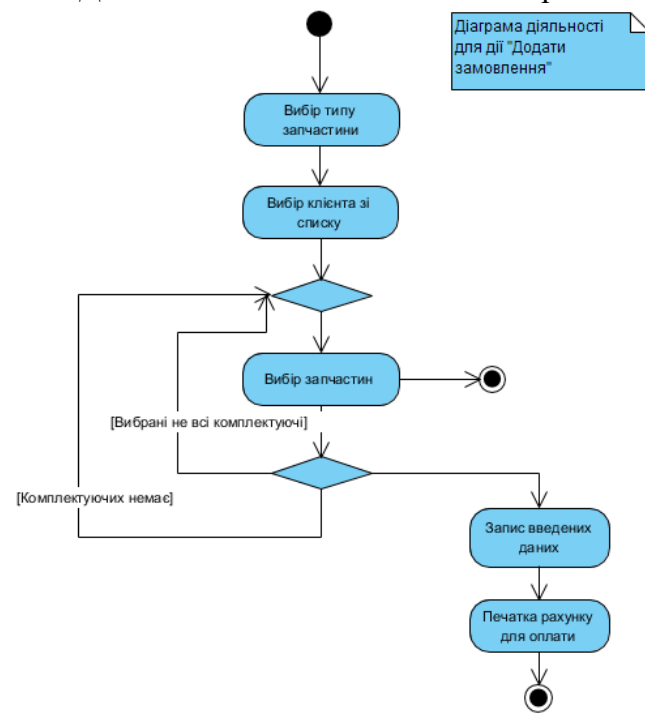


Рис. 7. Приклад діаграми діяльності

У ході роботи над проектом студенти опановували й використовували для своїх команд Trello – спеціалізовану багатоплатформну систему управління проектами. Створені в Trello проекти зображуються дошками, що містять списки, які, своєю чергою, складаються з карток Trello [26].

Приклад дошки Trello, створеної однією з команд студентів, наведено на рис. 8.

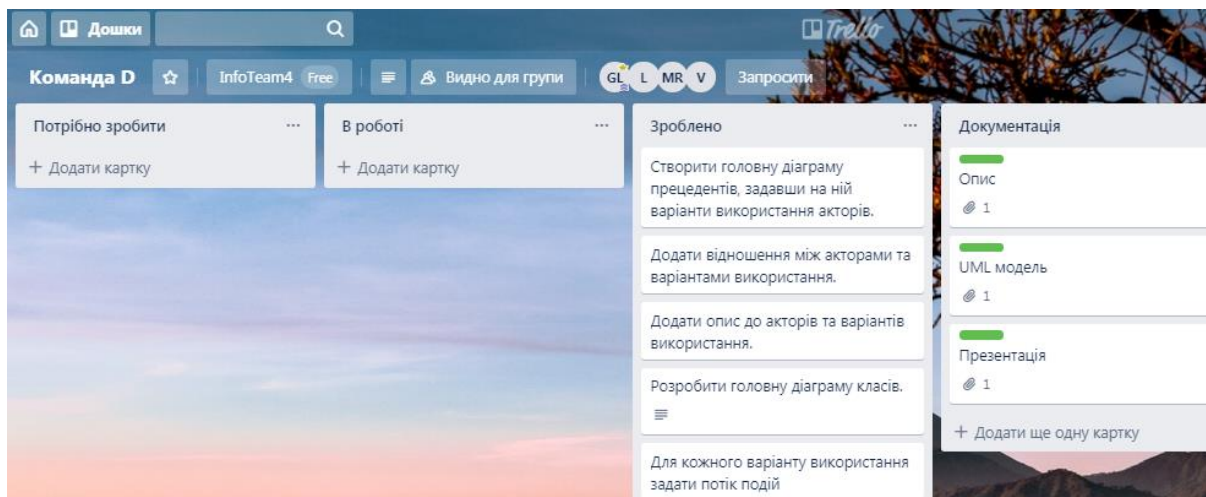


Рис. 8. Приклад дошки Trello для студентського проекту

Зазначимо, що Trello можна використовувати й викладачам для публікації матеріалів дисциплін та підтримки зворотного зв'язку зі студентами. На сайті платформи Trello розміщено інформацію щодо використання викладачами різних університетів цього ресурсу саме для підтримки проектно орієнтованого навчання.

Приклад дошки Trello, що використовувалась для дисципліни «Технологія проектної роботи», наведено на рис. 9.

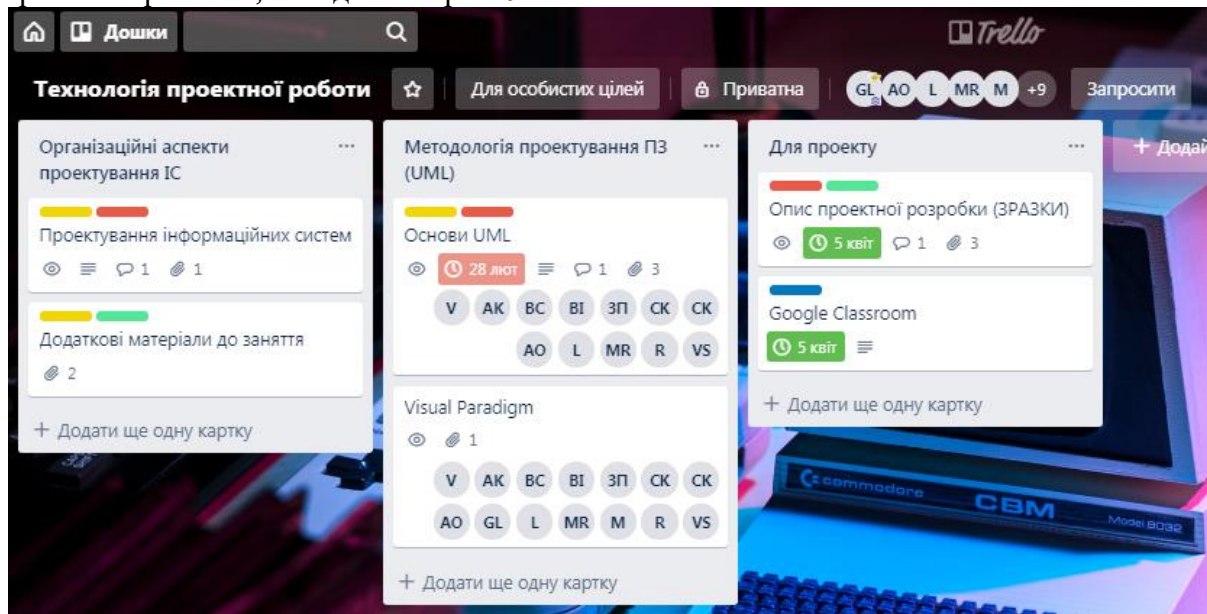


Рис. 9. Приклад дошки Trello для курсу «Технологія проектної роботи»

Робота над проектом завершувалась презентацією командної розробки. Оцінювання проєктів виконувалось з урахуванням відгуків студентів. Студенти, що слухали виступи одногрупників, мали оцінити технічні аспекти створення сайту, загальну концепцію продукту, що визначається новизною ідеї, затребуваністю на ринку тощо.

Для отримання інформації про сприйняття проекту студентами групи ми використали можливості Google Classroom і Google Forms. На рис. 10 наведено анкету, яку заповнювали студенти після виступу кожної з команд.

Оцінювання проекту

*Обов'язкове поле

Номер проекту *

☐ Проект 1

☐ Проект 2

☐ Проект 3

☐ Проект 4

Оцініть практичне значення проекту *

1 2 3 4 5

Низьке ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Високе

Оцініть наскільки вдало сформульована мета проекту *

1 2 3 4 5

Неповна ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Чітка й зрозуміла

Рис. 10. Фрагмент Google форми оцінювання студентами проєктів

Зазначимо, що результати оцінювання студентами проєктів одногрупників виявилися близькими до результатів оцінювання викладачами.

5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проектування в різних аспектах, разом з інженерним проектуванням та управлінням проектною діяльністю в ході створення інженерних об'єктів чи процесів, є контекстом інженерної діяльності в сучасних умовах. Упровадження проектно орієнтованого навчання відповідає сучасним потребам суспільства, дозволяючи забезпечити єдність змістового і процесуально-діяльнісного аспектів навчання. В умовах, коли відбувається перманентне оновлення змісту навчальних дисциплін у зв'язку з появою нових програмних та апаратних засобів, які використовуються інженерами (що можна дуже добре спостерігати на прикладі еволюції мов та інструментарію програмування і вебпрограмування), перевагами проектно орієнтованого навчання є його адаптивність і гнучкість, можливість застосовувати для студентів з різним початковим рівнем підготовки.

Створення умов доступу до якісного навчального устаткування й ІТ-інфраструктури сприяє активізації мобільності студентів у межах і між системами вищої освіти, оскільки навіть за умов відставання українських університетів у сенсі доступної матеріально-технічної бази студенти опановуватимуть сучасні інженерні підходи, що дозволить їм легко адаптуватись у подальшому навчанні чи стажуванні в ЗВО України та інших країн. Беручи до уваги, що програмні й апаратні розробки прикладного і навчального призначення постійно змінюються і мають відповідати сучасним потребам інженерної діяльності, оновлення освітніх програм у частині відповідних дисциплін і видів навчальної діяльності теж повинно мати перманентний характер. Вплив інноваційних тенденцій на форми, методи й засоби має виражатись і у відкритості системи освіти до ідей і потреб студентів. Представлений у статті приклад використання програмного середовища Visual Paradigm у курсі «Технологія проектної роботи» може бути розширений і доповнений в контексті добору тематики проектів з урахуванням, наскільки цікавими студентські розробки можуть бути для ІТ-компаній.

ПОДЯКА

Роботу виконано за підтримки МОН України (держ. реєстрац. номер 0117U003909).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Індустрія 4.0. Глосарій термінів – для тлумачення ландшафту 4.0. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://industry4-0-ukraine.com.ua>.
- [2] В. І. Скіцько, "Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього". *Інвестиції: практика та досвід*, т. 5, С. 33-40, 2016.
- [3] О. О. Шарвара, «Клаус Шваб "Черветра промислової революції": світоглядні ідеї". *Актуальні проблеми філософії та соціології*, т. 15, С. 156-158, 2017.
- [4] McKinsey Global Institute, *Skill Shift: Automation and The Future Of The Workforce*. McKinsey & Company, 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/Skill%20shift%20Automation%20and%20the%20future%20of%20the%20workforce/MGI-Skill-Shift-Automation-and-future-of-the-workforce-May-2018.ashx>.
- [5] С. О. Сисоева, "Особистісно орієнтовані педагогічні технології: метод проектів". *Неперервна професійна освіта: теорія і практика: Науково-методичний журнал*, т. 1, № 5, С. 73-80, 2002.
- [6] О. М. Пехота, А. З. Кіктенко та О. М. Любарська, *Освітні технології: навч.-метод. посібник*, Київ: А.С.К., 256 с, 2004.
- [7] О. І. Гулай, "Метод проектів у викладанні хімії у вищих технічних навчальних закладах". *Зб. наук. праць Військового інституту Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка*, т. 22, С. 214-219, 2009.

- [8] К. В. Власенко, І. М. Реутова, "Метод проектів навчання вищої математики майбутніх інженерів". *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*, т. 7, №. 24, С. 51-60, 2012.
- [9] В. М. Бойчук, Р. М. Горбатюк та С. Л. Кучер, "Методика застосування інформаційно-комунікаційних технологій у підготовці до проектної діяльності майбутніх учителів трудової діяльності". *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 71, № 3, С. 137-153, 2019.
- [10] В. О. Іванов, Д. В. Криворучко, О. В. Купенко, *Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті: навчальний посібник*. Харків: НТМТ, 2015.
- [11] Г. В. Луценко, В. П. Бевз, "Організація проектно-орієнтованого навчання майбутніх інженерів у вивченні методології управління проектами". *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 45, № 1, С. 123-133, 2015.
- [12] Ю. Слюсарчук, Л. Джавала, Л. Угрин, «Компетентнісний підхід до підготовки ІТ-фахівців на основі проектного». *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Інформатизація вищого навчального закладу*, т. 831, С. 29-34, 2015.
- [13] С. Л. Конюхов, "Застосування проектного підходу у процесі професійної підготовки програмістів у ВНЗ". *Актуальні питання сучасної інформатики*, т. 5, С. 113-116, 2017.
- [14] K. Adderley, C. Ashwin, P. Bradbury, J. Freeman, S. Goodland and J. Greene, *Project Methods in Higher Education*. Society for Research into Higher Education, Guildford, Surrey, 1975.
- [15] M. Gao, *A theoretical model for the effectiveness of project-based learning in engineering design education*. A Doctoral Thesis, Loughborough University, 2012.
- [16] L. Helle, P. Tynjala and E. Olkinuora, "Project-based learning in post-secondary education - theory, practice and rubber sling shots". *Higher education*. No. 51, pp. 287-314, 2006.
- [17] G. Heitmann, "Project-oriented Study and Project-organized Curricula: A Brief review of Intentions and Solutions". *European Journal of Engineering Education*, vol. 21, no. 2, pp. 121-131, 1996.
- [18] В. Ю. Биков, *Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія*, Київ: Атіка, 2008, р. 684.
- [19] Я. Галета, "Інформаційно-освітнє середовище як засіб навчання". *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Сер.: Педагогічні науки*, т. 106, pp. 128-134, 2012.
- [20] A. Kolmos, "PBL Curriculum Strategies: From Course Based PBL to a Systemic PBL Approach" in *PBL in Engineering Education. International Perspectives on Curriculum Change*, A. Guerra, R. Ulseth and A. Kolmos, Eds., Rotterdam, Sense Publishers, 2017, pp. 1-12.
- [21] Aalborg University, *Curriculum for Bachelor (BSc) in Electronics and Computer Engineering*. 2015. [Online]. Available: https://www.ses.aau.dk/digitalAssets/347/347787_268159_bsc-electronics-and-computer-engineering-esbjerg_2017.pdf.
- [22] Aalborg University, *Curriculum for Bachelor's Program in IT, Communication and New Media*. 2018. [Online]. Available: https://www.sict.aau.dk/digitalAssets/314/314867_studieordning---bsc-itcom---it-communication-and-new-media-.pdf.
- [23] E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. R. Brodeur and K. Edstrom, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. 2nd ed. Verlag: Springer, 2014.
- [24] OECD, «A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering». OECD Education Working Papers, No. 60, OECD Publishing, 2011. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Summary_of_outcomes_TN/AHELO_Engineering.pdf
- [25] G. O'Neill and F. Murphy, *Assessment. Guide to Taxonomies of Learning*, Dublin: UCD Dublin, 2010. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ucd.ie/t4cms/ucdtla0034.pdf>.
- [26] Trello, [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://trello.com/uk/education>.
- [27] Т. Кватрани, *Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование: Пер. с англ.*, Москва: ДМК Пресс, 176 с. 2001.
- [28] Visual Paradigm Official Site, [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.visual-paradigm.com/>.

Матеріал надійшов до редакції 18.09.2019 р.

ПРОГРАММНАЯ СРЕДА VISUAL PARADIGM В ОБУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ-ИНЖЕНЕРОВ

Луценко Галина Васильевна

доктор педагогических наук, доцент

доцент кафедры автоматизации и компьютерно-интегрированных технологий

Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого, г. Черкассы, Украина

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования многопрофильной программной среды Visual Paradigm при изучении дисциплины «Технология проектной работы» студентов инженерной специальности «151 Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии». В контексте распространения концепции «Индустрии 4.0», обосновывается важность интеграции аппаратных и программных разработок как составляющей профессиональной подготовки студентов инженерных специальностей, а также необходимость формирования у будущих инженеров навыков, связанных с способностью адаптироваться к быстро изменяющимся условиям труда. Определены пути внедрения проектно ориентированного обучения в подготовку к решению интегрированных профессиональных заданий, что способствует опосредствованному формированию у студентов инженерных специальностей общих компетентностей, связанных с управлением проектной деятельностью, работой в команде, коммуникацией и сотрудничеством. Определены особенности профессионального контекста инженерной деятельности, которые должны находить отображение в учебном процессе. Описывается пример формулирования программных результатов дисциплины «Технология проектной работы» вместе с предметными компетентностями, отвечающие общепрофессиональной и специальнопрофессиональной составляющим и такие, которые будут затребованы в учебном процессе и профессиональной сфере. Для теоретического материала дисциплины «Технология проектной работы» разработаны результаты обучения с использованием таксономии Андерсона. Предложено использовать гибридное обучение, в котором объединяются лекции и лабораторные работы в традиционной форме и проектная деятельность студентов-инженеров. Детально описывается процедура разработки комплекса UML-диаграмм в программной среде Visual Paradigm Community Edition для проектных заданий дисциплины «Технология проектной работы».

Ключевые слова: инженерное образование; проектно ориентированное обучение; UML; Visual Paradigm.

VISUAL PARADIGM SOFTWARE ENVIRONMENT IN LEARNING THE PROJECT WORK TECHNOLOGY FOR ENGINEERING STUDENTS

Halyna V. Lutsenko

Doctor of Science, Associated Professor

Associated Professor of the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-9727-7836

LutsenkoG@gmail.com

Abstract. In the article the possibility of using of multidisciplinary software environment Visual Paradigm in the case of study of the discipline "Technology of project work" by students of engineering speciality «151 Automation and computer-integrated technologies» has been considered. With taking into account the intensive expansion of the concept of Industry 4.0, the importance of the implementation of integrated hardware and software project task as a component of professional training of engineering students has been substantiated, as well as the necessity to develop skills related to the ability to adapt to rapidly changing working environment. The ways of implementation of project-based learning in order to prepare engineering students to the solving of integrated professional tasks and facilitate the mediate formation of general competencies related to project management, teamwork, communication and collaboration are considered. The

peculiarities of the professional context of engineering activity, which should be reflected in the educational process, are defined. The example of formulation of learning outcomes of the discipline "Technology of project work" is described. Such learning outcomes include the professional competences related to the general and speciality-specific professional component and general competences, which include the personal-interpersonal component and competences that will be required in the educational process and professional sphere. For the theoretical material of the discipline "Technology of project work" learning outcomes were developed by using the Anderson's taxonomy. It is proposed to use hybrid learning, which combines lectures and laboratory classes in the traditional form and project activities of engineering students. The procedure of developing a complex of UML diagrams in the Visual Paradigm Community Edition software environment for the project tasks of the discipline "Technology of project work" is described in detail.

Keywords: engineering education; Project-based learning; UML; Visual Paradigm.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Industry 4.0 «Glossary of terms – for the interpretation of landscape 4.0». [Online]. Available: <https://industry4-0-ukraine.com.ua>. (in Ukrainian)
- [2] V. I. Skitsko, "Industry 4.0 as future industrial production". *Investysii: praktyka ta dosvid*, т. 5, зб. 33-40, 2016. (in Ukrainian)
- [3] O. O. Sharvara, «Klaus Schwab "The Fourth Industrial Revolution": a worldview idea». *Aktualni problemy filosofii ta sotsiologii*, vol. 15, pp. 156-158, 2017. (in Ukrainian)
- [4] McKinsey Global Institute, *Skill Shift: Automation and The Future Of The Workforce*. McKinsey & Company, 2018. [Online]. Available: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/Skill%20shift%20Automation%20and%20the%20future%20of%20the%20workforce/MGI-Skill-Shift-Automation-and-future-of-the-workforce-May-2018.ashx>. (in English)
- [5] S. O. Sysoieva, "Personally oriented pedagogical technologies: project method". *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka: Naukovo-metodychnyi zhurnal*, vol. 1, № 5, pp. 73-80, 2002. (in Ukrainian)
- [6] O. M. Piekhota, A. Z. Kiktenko ta O. M. Liubarska, *Educational technologies: a textbook*, Kyiv: A.S.K., 256 p, 2004. (in Ukrainian)
- [7] O. I. Hulai, "Project method in the teaching chemistry at technical higher educational institutions". *Zb. nauk. prats Viiskovoho instytutu Kyivskoho nats. un-tu im. T. Shevchenka*, vol. 22, pp. 214-219, 2009. (in Ukrainian)
- [8] K. V. Vlasenko, I. M. Reutova, "Project method for teaching higher mathematics to future engineers". *Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka*, vol. 7, no. 24, pp. 51-60, 2012. (in Ukrainian)
- [9] V. M. Boichuk, R. M. Horbatiuk ta S. L. Kucher, "Methods of using information and communication technologies in preparing future craft and technology teachers for project activities". *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 71, no. 3, pp. 137-153, 2019. (in Ukrainian)
- [10] V. O. Ivanov, D. V. Kryvoruchko, O. V. Kупenko, *Practice-oriented technologies in engineering education: a textbook*. Kharkiv: NTMT, 2015. (in Ukrainian)
- [11] H. V. Lutsenko, V. P. Bezv, "Organization of future engineers' project-based learning when studying the project management methodology". *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 45, no. 1, pp. 123-133, 2015. (in Ukrainian)
- [12] Yu. Sliusarchuk, L. Dzhavala, L. Uhryn, "Competence approach to IT-specialists training based on training project". *Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politehnika. Informatyzatsiia vyshchoho navchalnoho zakladu*, vol. 831, pp. 29-34, 2015. (in Ukrainian)
- [13] S. L. Koniukhov, "Application of project method in professional training of programmers in higher education institutions". *Aktualni pyttannia suchasnoi informatyky*, vol. 5, pp. 113-116, 2017. (in Ukrainian)
- [14] K. Adderley, C. Ashwin, P. Bradbury, J. Freeman, S. Goodland and J. Greene, *Project Methods in Higher Education*. Society for Research into Higher Education, Guildford, Surrey, 1975. (in English)
- [15] M. Gao, *A theoretical model for the effectiveness of project-based learning in engineering design education*. A Doctoral Thesis, Loughborough University, 2012. (in English)
- [16] L. Helle, P. Tynjala and E. Olkinuora, "Project-based learning in post-secondary education - theory, practice and rubber sling shots". *Higher education*, no. 51, pp. 287-314, 2006. (in English)

- [17] G. Heitmann, "Project-oriented Study and Project-organized Curricula: A Brief review of Intentions and Solutions". *European Journal of Engineering Education*, vol. 21, no. 2, pp. 121-131, 1996. (in English)
- [18] V. Yu. Bykov, *Models of organizational systems of open education*, Kyiv: Atika, 2008, 684 p. (in Ukrainian)
- [19] Ya. Haleta, "Information and educational environment as a learning tool". *Naukovi zapysky [Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]*. Ser.: *Pedahohichni nauky*, vol. 106, pp. 128-134, 2012. (in Ukrainian)
- [20] A. Kolmos, "PBL Curriculum Startegies: From Course Based PBL to a Systemic PBL Approcah" in *PBL in Engineering Education. International Perspectives on Curriculum Change*, A. Guerra, R. Ulseth and A. Kolmos, Eds., Rotterdam, Sense Publishers, 2017, pp. 1-12. (in English)
- [21] Aalborg University, *Curriculum for Bachelor (BSc) in Electronics and Computer Engineering*. 2015. [Online]. Available: https://www.ses.aau.dk/digitalAssets/347/347787_268159_bsc-electronics-and-computer-engineering-esbjerg_2017.pdf. (in English)
- [22] Aalborg University, *Curriculum for Bachelor's Program in IT, Communication and New Media*. 2018. [Online]. Available: https://www.sict.aau.dk/digitalAssets/314/314867_studieordning---bsc-itcom--it-communication-and-new-media-.pdf. (in English)
- [23] E. F. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D. R. Brodeur and K. Edstrom, *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. 2nd ed. Verlag: Springer, 2014. (in English)
- [24] OECD, *A Tuning-AHELO Conceptual Framework of Expected Desired/Learning Outcomes in Engineering*. *OECD Education Working Papers*, No. 60, OECD Publishing, 2011. [Online]. Available: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Summary_of_outcomes_TN/AHELO_Engineering.pdf (in English)
- [25] G. O'Neill and F. Murphy, *Assessment. Guide to Taxonomies of Learning*, Dublin: UCD Dublin, 2010. [Online]. Available: <http://www.ucd.ie/t4cms/ucdtla0034.pdf>. (in English)
- [26] Trello Official Site, [Online]. Available: <https://trello.com/uk/education>. (in English)
- [27] T. Kvatrani, *Rational Rose 2000 and UML. Visual modelling*, Moskva: DMK Press, 176 p. 2001. (in Russian).
- [28] Visual Paradigm Official Site, [Online]. Available: <https://www.visual-paradigm.com/>. (in English)

