

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Богдана Хмельницького**

ГАЛИНА ЛУЦЕНКО, ГРИГОРІЙ ЛУЦЕНКО

**ПРОЕКТНО ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ:
ТЕОРЕТИЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ**

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

ЧЕРКАСИ

2018

УДК 378.12
Л86

Рекомендовано до видання Вченою радою
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького
Протокол №3 від 17.12.2018 року

Л86 Проектно орієнтоване навчання: теоретичні та організаційні аспекти: навчально-методичний посібник / Г. Луценко, Гр. Луценко – Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2018. – 140 с.

ISBN

Рецензенти:

Курок Віра Панасівна

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедрою технологічної і
професійної освіти

Глухівського національного педагогічного
університету імені Олександра Довженка

Ляшенко Юрій Олексійович

доктор фізико-математичних наук,
директор Навчально-наукового інституту
інформаційних та освітніх технологій
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького.

У навчально-методичному посібнику висвітлюються теоретичні та організаційні аспекти професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей на засадах проектно орієнтованого навчання. Розглянуто передумови впровадження інноваційних педагогічних технологій при підготовці майбутніх інженерів, окреслено теоретичну та прикладну складові проектно орієнтованого навчання. Особливу увагу приділено гнучкій методології управління проектною діяльністю та прикладам упровадження гнучких підходів в освітній процес. Детально розглянуто основні складові методології Scrum.

Матеріали посібника можуть бути використані в освітньому процесі при підготовці студентів інженерних і природничо-математичних спеціальностей. Навчально-методичний посібник адресований науковцям, викладачам, докторантам, аспірантам, студентам закладів вищої освіти.

ISBN

© Г.В. Луценко, Гр.В, Луценко

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1. ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ В УМОВАХ ПРОЕКТНО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ.....	5
1.1. Передумови впровадження інноваційних педагогічних технологій при підготовці майбутніх інженерів	5
1.2. Проектно орієнтоване навчання як умова професійної підготовки майбутніх інженерів.....	15
1.3. Теоретичні засади професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання.....	30
1.4. Практичні аспекти професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання.....	41
ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 1	57
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ	65
2.1. Огляд сучасних підходів до управління проектами	65
2.2. Опис методології гнучкої розробки SCRUM	78
2.3. Використання ідей Agile в освітній сфері.....	90
2.4. Приклади використання Visual Paradigm для проектної діяльності студентів	105
ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 2	136

ПЕРЕДМОВА

Інтенсифікація науково-технічного прогресу та вплив інновацій на соціальну складову життя людства й різнопланову професійну діяльність були предметом активних дискусій філософів, науковців і візіонерів протягом ХХ століття. Однак ХХІ століття, друга декада якого добігає до завершення, ставить перед системою освітою нові й, значною мірою, неочікувані виклики. Поняття професіоналізму має комплексний характер, уключаючи як фахові, так і загальні компетентності, й формує специфічні вимоги до підготовки майбутніх фахівців. Матеріали Світового економічного форуму якнайкраще ілюструють інтенсивну динаміку вимог ринку праці, ідентифікуючи ключові професійні якості, запит на які буде зростати серед роботодавців у найближчому майбутньому. На думку дослідників до 2022 року лідируючі позиції серед ключових навичок посядуть аналітичне мислення та інноваційність, уміння активно й неперервно навчатися, креативність, оригінальність та ініціативність, критичне мислення і аналіз, а також вирішення комплексних проблем. Окремо відзначмо зростаючу роль ІТ-навичок для випускників інженерних і природничо-математичних спеціальностей.

Запит на перераховані вище тренди є одним з чинників, що визначає і запит на зміни в системі вищої освіти, зокрема, у підготовці майбутніх інженерів. Формування очікуваних якостей майбутніх фахівців може здійснюватися лише в умовах наскрізного й перманентного оновлення усіх складових системи інженерної освіти. Таке оновлення має включати диверсифікацію видів навчальної діяльності студентів, адже формування навичок з вирішення складних інженерних завдань включає уміння отримувати й обробляти інформацію з різних джерел і предметних областей, діяти гнучко й адаптивно, ураховуючи зміни умов провадження інженерної діяльності, критично оцінювати власні рішення тощо.

Відповіддю на визначені потреби сучасної освіти є впровадження у систему професійної підготовки майбутніх інженерів і фахівців у сфері природничо-математичних дисциплін, особливо тих, що працюють на стику ІТ-технологій і власне інженерних задач, проектно орієнтованого навчання, що реалізовується як в рамках класичного менеджменту, так і з використанням гнучких методологій Agile. Залучення студентів до активної участі в формуванні власних освітніх траєкторій закладає надійні основи їх подальшого професійного росту, готуючи не лише до виконання визначеної множини дій, а до постійного вдосконалення й розширення спектру професійних умінь і навичок в умовах швидкозмінного світу.

РОЗДІЛ 1. ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ В УМОВАХ ПРОЕКТНО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ

1.1. Передумови впровадження інноваційних педагогічних технологій при підготовці майбутніх інженерів

Світовий досвід останніх років підтверджує, що розвиток у студентів широкого спектру фахових і загальних компетентностей, підготовка їх до роботи в сучасному світі, де фахівцям одного профілю доводиться співпрацювати із колегами з різних галузей, активізація пізнавального інтересу є неможливою без упровадження в освітній процес інноваційних педагогічних технологій, спрямованих на розвиток професійних та особисто значущих якостей. Підвищення якості навчання у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів є однією зі стратегічних цілей, а заклади вищої освіти мають сприяти діяльності викладачів, спрямованій на постійне вдосконалення власної професійної майстерності (Henard & Roseveare, 2012).

Протягом тривалого часу система вищої інженерної освіти в Україні та світі зберігала орієнтацію на фундаментальні теоретичні курси, які вимагали серйозних знань з природничо-математичних дисциплін тощо. Частково це пов'язано з тим, як провідна філософська концепція ХХ століття – позитивізм впливала на освітню підготовку інженерів, надаючи великого значення саме фундаментальній складовій – раціонально обґрунтованим знанням з математики, фізики, хімії тощо, що розглядалися як основний інструмент професійної діяльності інженера. За таких умов завдання викладача трактувалося як «передавання» об'єктивного знання студентам. Основним аргументом для обґрунтування такого підходу було трактування фундаментальних дисциплін як строгої сукупності фактів, теорій та правил, які потрібно запам'ятовувати та використовувати, а не як способу пізнання природних явищ.

Серед наслідків переважання позитивістської концепції відзначимо також що, студенти, які навчаються з використанням традиційної знанневої парадигми професійної підготовки, орієнтованої, як вже зазначалося, на формування сукупності раціональних знань, випускаються з недостатнім в умовах сучасного швидкозмінного світу розумінням базових питань науки та технологій (Van Driel, Beijgaard, & Verloop, 2001).

С. Гончаренко відзначає існування у педагогіці такого феномену, як *"розривність мислення"*, коли студент знає суть окремих понять, законів, може їх відтворити, але лише в логіці опису (Гончаренко, 2008). Автор указує, що така

ситуація зумовлена домінуванням у професійній підготовці інформаційно-репродуктивного навчання, що призводить до формування стереотипного, причинно-наслідкового мислення. На думку С. Гончаренка фундаменталізація освіти в сучасних умовах означає спрямування на узагальнені й універсальні знання, на формування загальної культури та розвиток узагальнених способів мислення і діяльності, що передбачає істотні зміни в навчальних підходах.

Компетентнісна парадигма, що визначається нами як основа професійної підготовки майбутніх інженерів, дозволяє холістично та несуперечливо упроваджувати зміни для змістової, процесуальної та результативної складових освітніх програм усуваючи проблемні моменти, визначені вище. Зупинимося детальніше на процесуальних аспектах, як зв'язані з процесом навчання, а саме, педагогічними підходами, що застосовуються.

У ряді праць присвячених питанням інженерної освіти відзначається переважання дедуктивних методів у процесі навчання і викладання STEM-дисциплін (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), які складають основу всіх діючих освітніх програм інженерної підготовки як в Україні, так і в світових закладах вищої освіти. Згідно з класифікацією методів навчання за Ю. Бабанським, методи навчання поділяються на індуктивні і дедуктивні відповідно до логіки передачі й сприймання інформації. У випадку дедуктивного навчання викладач спочатку наводить загальні принципи та положення, використовуючи їх розвиває математичні моделі, представляє окремі приклади застосування (Prince & Felder, 2006; Туркот, 2011). Індуктивне навчання розпочинається з інформування про окремі факти, результати спостережень, експериментально отримані дані з метою їх подальшої інтерпретації, аналізу кейсів, розв'язування комплексних проблемних завдань, пов'язаних з реальним світом, тощо. Така інформація використовується для формулювання мети проекту й пошуку підходів до його реалізації.

У процесі аналізу даних, кейсів чи вирішення проблем студенти генерують потребу в певних фактах, правилах, процедурах чи принципах, що слугує відправною точкою процесу навчання. Для індуктивного навчання властивим є використання відкритих та слабкоструктурованих проблем, які не мають відомого наперед розв'язку, а традиційні заняття (лекції, лабораторні роботи) при цьому спрямовані на підтримку виконання міждисциплінарних проектів.

У статті Майкла Прінса та Річарда Фелдера (2007) виділяються наступні індуктивні методи навчання:

- навчання через відкриття (discovery learning);
- навчання через потребу/запит (inquiry-based learning);
- проектно орієнтоване навчання (project-based learning);
- проблемно орієнтоване навчання (problem-based learning);
- метод кейсів (case-based teaching);
- навчання з випередженням (just-in-time).

У літературі сукупність навчальних підходів, для яких застосування дедуктивного методу є переважаючим, зазвичай об'єднується під назвою

"предметно орієнтоване навчання" (в англomовній літературі відповідниками виступають терміни "*lecture-based teaching*", "*subject-based learning*", "*discipline-controlled approach*"). Згідно з визначанням Міжнародного бюро освіти ЮНЕСКО, предметно орієнтованою є така модель навчального плану, в якій зміст поділяється на окремі предмети (дисципліни) (UNESCO-IBE, 2013). У рамках предметно орієнтованого навчання у центрі знаходиться навчальний предмет, від якого за схемою матеріал – студент – результат будується процес навчання (Підласий, 2004). При цьому, основними критеріями підготовки виступають досягнення запланованих цілей у визначені терміни і на встановленому рівні.

Термін "*навчальний предмет*" або "*навчальна дисципліна*" охоплює весь спектр окремих предметів або сфер навчання, як традиційних (математика, фізика, хімія), так і нових (наприклад, медіа технології, веб-програмування тощо). За умов предметно орієнтованого навчання, особи, що навчаються, повинні мати постійні й неперервні можливості для практики власних предметних навичок таким чином, щоб наступні курси ґрунтувалися на вже опанованих. Навчальний акцент предметно орієнтованої освітньої програми має тенденцію до конкретної, поточної та фактографічної інформації та навичок. Педагогічна діяльність здійснюється в рамках окремого предмету та спонукає викладачів до поглиблення змістового наповнення та спеціалізації.

У контексті організації освітнього процесу предметно орієнтоване навчання, як правило, включає лекції, під час яких розглядаються відповідна теорія та її математичне представлення, і практичні заняття, спрямовані на вирішення вправ і завдань за тематикою лекційного матеріалу та для контролю знань, отриманих на лекції та в процесі самостійної роботи. При цьому на розгляд практичних ситуацій, які вимагають використання відповідних теоретичних знань, актуальних для інженерної діяльності, відводиться мінімум навчального часу, до того ж така діяльність має переважно репродуктивний характер. Відповідно до класифікації методів навчання за характером пізнавальної діяльності (І. Лернер, М. Скаткін) за умови використання репродуктивного методу знання пропонуються в «готовому» вигляді, супроводжуючись поясненням викладача. Критерієм, що визначає успішність учнів, є правильне відтворення знань. Такий метод спрямований на багаторазове повторення матеріалу й за надмірного застосування призводить до формалізації процесу навчання.

Ще однією принциповою характеристикою традиційного предметно орієнтованого навчання, що істотно впливає на вибір методик та організацію навчального процесу загалом, є збереження за викладачем контролю за процесом навчання. Зазначимо, що, так зване, "*викладацько орієнтоване навчання*" чи радше "*орієнтоване викладачем навчання*" ("*teacher-controlled learning*" або "*teacher-centered approach*"), суперечить сучасній парадигмі "*студентоцентрованого навчання*" ("*student centered learning*", "*learner centered approach*" або "*learner focused approach*").

Парадигма студентоцентрованого навчання була породжена з одного боку узагальненням практичного досвіду викладачів різних країн, а з іншого – ґрунтується на ряді теоретичних та методологічних принципів навчання. Студентоцентроване навчання відкриває перед студентами можливість впливати на зміст навчання, обирати індивідуальний темп роботи, способи та місце навчання, вимагаючи при цьому від них здатності бути відповідальним за власне навчання, високого рівня мотивації тощо (Захарченко, та ін., 2014).

Дієвість парадигми студентоцентрованого навчання зв'язана із формуванням у студентів, починаючи з першого року навчання, здатності бути відповідальними за власний освітній процес, розглядаючи його як основний елемент власної конкурентоспроможності на ринку праці. Така відповідальність передбачає не тільки сумлінне виконання завдань поставлених викладачами, але й володіння широким спектром фахових і загальних компетентностей. Запровадження студентоцентрованого навчання є таким, що гнучко використовує різноманітні педагогічні методи (ЕНЕА, 2015).

Детальний аналіз основних аспектів сучасної європейської освітньої парадигми, основою якої є студентоцентроване навчання, здійснено в монографії Ю. Рашкевича (2014). Автор підкреслює, що в основу студентоцентрованого навчання покладено ідею максимального забезпечення для студентів шансів зайняти якнайкраще місце на ринку праці, шляхом нарощування їх "привабливості" в очах роботодавців. Така ситуація дозволить задовольнити актуальні потреби працедавців в умовах технологічного вибуху кінця ХХ – початку ХХІ ст.

Поняття студентоцентрованого навчання зв'язується з забезпеченням для студентів можливості впливати на власний освітній процес. З іншого боку, для повноцінного використання такої можливості необхідною умовою є формування та розвиток у студентів здатності вчитися і бути сучасно навченим. У сучасній педагогічній літературі для опису відповідної компетентності використовується термін "*самоспрямоване навчання*" (self-directed learning), що трактується як процес, метод і філософія освіти, за допомогою якої студент отримує знання докладаючи власних зусиль і розвиваючи здатність до критичного оцінювання власних результатів (Candy, 1991).

Поняття самоспрямованого навчання спочатку зв'язувалося з освітою дорослих й освітою впродовж життя, однак унаслідок швидкості технологічних змін та глобалізаційних процесів, набуває виняткової ваги й для системи університетської освіти (Огієнко, 2008). Для професійної підготовки майбутніх інженерів вибір освітніх технологій, що дозволятимуть розвивати здатність до самоспрямованого навчання, обґрунтовується тим, що студентами, які навчаються зараз доведеться мати справу з технологіями, процесами та системами, що є ще не винайденими. Таким чином, мова йде про випереджуючий характер освіти. На думку О Комарової, серед завдань випереджальної освіти є підготовка високоосвічених, креативних особистостей; прищеплення студентам прагнення до постійного оновлення знань; трансформація системи освіти шляхом розвитку та

впровадження інноваційних технологій навчання, які дозволяють підвищити рівень адаптації майбутніх фахівців до потреб ринку праці та вимог з боку працедавців (Комарова, 2011). Випереджальна освіта пов'язана з ідеєю освіти для сталого розвитку, як такої, що задовольняє потреби сьогодення на не ставить під загрозу життя майбутніх поколінь (Ніколаєв, 2015).

Як зазначалося вище, Ідея самоспрямованого навчання, активне обговорення й дослідження якої розпочалося ще наприкінці 60-х років ХХ століття, спочатку розглядалася в контексті освіти дорослих. Однак, як наголошує Т. Літзінгер, вже у 1968 році, матеріали Комітету в справах інженерної освіти (США), містили обговорення ролі освіти впродовж життя («lifelong learning») у підготовці майбутніх інженерів саме на університетському рівні (Litzinger, Wise, & Lee, 2005).

Зазначимо, що наразі в більшості країн акредитацію освітніх програм інженерної освіти та сертифікацію спеціалістів можуть виконувати неурядові організації, наприклад, професійні спілки інженерів чи спеціальні органи, які належать до їх складу. До провідних світових організацій у сфері розроблення сучасних критеріїв, процедур та методів оцінювання якості освітніх програм належать Рада з акредитації у сфері інженерії та технологій (США), Європейська федерація національних інженерних асоціацій (Європа), Інженерна Рада (Великобританія), Австралійський інститут інженерів (Австралія), Комісія з акредитації у сфері інженерної освіти (Японія), Канадська рада з акредитації у сфері інженерії та технологій (Канада), Агентство з акредитації освітніх програм у сфері інженерії, інформатики, природничих наук та математики (Німеччина) та ін. Порівняльний аналіз критеріїв, розроблених згаданими організаціями, показує, що попри незначну відмінність у формулюваннях, всі переліки містять ідею освіти впродовж життя (Goel, 2006; Луценко, 2017а). Приклади відповідних формулювань для низки матеріалів акредитаційних агентств наведено в таблиці 1.1.

Мета-аналіз матеріалів, присвячених оцінюванню ролі різних компетентностей у підготовці студентів інженерних спеціальностей з точки зору роботодавців, викладачів та студентів, показує, що освіта впродовж життя замикає першу п'ятірку в рейтингу компетентностей майбутніх інженерів, сформованому за результатами кількісних оцінок (Passow & Passow, 2017). Попри однаковість в сенсі визнання освіти впродовж життя однією з ключових компетентностей у підготовці майбутніх інженерів, детального дослідження потребують шляхи її формування, а саме, організація умов, за яких студенти зможуть розвинути відповідні здатності та діяти як особи, які можуть навчатися самостійно, управляючи власними освітніми потребами в умовах формальної та неформальної освіти. Самоспрямоване навчання розглядається як передумова для навчання впродовж життя як шлях до навчання впродовж життя або як один із його вимірів тощо (Candy, 1991).

Низка дослідників звертає увагу на складність й неоднозначність трактування поняття самоспрямованого навчання, що впливає на провадження дослідницької діяльності та практичні аспекти формування відповідної якості (Silen & Uhlin, 2008; Stolk, Martello, Somerville, & Geddes, 2010).

Самоспрямоване навчання та освіта впродовж життя в матеріалах акредитаційних агентств

№ з/п	Організація	Опис компетентності
1.	Рада з акредитації у сфері інженерії та технологій (Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET)	Усвідомлювати необхідність навчатися впродовж життя та вміння постійно навчатися.
2.	Канадська рада з акредитації у сфері інженерії та технологій (Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB) of the Canadian Council of Professional Engineers)	Навчання впродовж життя. Здатність виявляти та вирішувати власні освітні потреби у світі, що змінюється, так, щоб зберегти власну компетентність та сприяти просуванню знань.
3.	Японська рада з акредитації у сфері інженерної освіти (<i>Japan Accreditation Board for Engineering Education – JABEE</i>)	...навчатися самостійно та постійно.
4.	Інженерна Рада Великобританії (<i>Engineering Council</i> (до 2010 року <i>Engineering Council UK</i>))	Усвідомлення необхідності та здатність до самонавчання протягом усього життя.

Одне з найперших (і найрозлогіших) визначень було запропоновано М. Ноулзом в 1975 році, який розглядав самоспрямоване навчання як процес, що ініційований особою, яка може (але не обов'язково) залучати інших осіб, для ідентифікації власних освітніх потреб, визначення освітніх цілей, що відповідають таким потребам, пошуку необхідних ресурсів для досягнення обраних цілей, вибору й імплементації оптимальних освітніх стратегій та визначення способів оцінювання сформованості результатів навчання (Boyer, Edmondson, Artis, & Fleming, 2013). До якостей особи, з розвиненими навичками самоспрямованого навчання в контексті освіти впродовж життя, відносять, зокрема, допитливість, умотивованість, дисциплінованість, рефлексію, аналітичність, відповідальність, гнучкість, креативність та незалежність (Candy, 1991). Дослідники також наголошують, що важливу роль відіграють навички пошуку інформації, знання та розуміння власного освітнього процесу (Litzinger, Wise, & Lee, 2005).

Таким чином, більшість учених трактують самоспрямоване навчання як складну комбінацію навичок, здатностей та знань, брак якої чи радше недостатній рівень сформованості приводить до тривожності, зневіри у власних силах та позначається на академічних досягненнях студентів (Williamson, 2007; Stolk, Geddes, Somerville, & Martello, 2008).

На думку низки авторів, розгляд самоспрямованого навчання винятково як "автономного" процесу, пов'язаного з якостями окремого студента, виводить з уваги дослідників контекст освітнього процесу (Silen & Uhlin, 2008; Stolk, Martello, Somerville, & Geddes, 2010; Garrison, 1997). Показано, що здатність та готовність студентів до самостійного прийняття рішень залежить від наявної підтримки з боку викладачів (Ryan & Deci, 2000; Guglielmino, 2013). Серед ключових факторів освітнього процесу, що впливають на формування здатності до самоспрямованого навчання, дослідники виділяють (Silen & Uhlin, 2008): 1) критичним для бажання студентів перебрати на себе відповідальність є відчуття, що саме вони управляють власним освітнім процесом та впливають на окремі освітні ситуації; 2) факт, що студенти відчувають, що саме вони управляють власним освітнім процесом, пов'язаний із розумінням вимог освітнього контексту, досвіду управління та наявним зворотним зв'язком.

У психологічній літературі було запропоновано низку моделей, що описують саморегуляцію в сенсі навчання, у яких виділяються когнітивні й метакогнітивні фактори, мотиваційні фактори, поведінкові та контекстуальні аспекти (Stolk, Martello, Somerville, & Geddes, 2010). Відповідно ідентифікація рівня сформованості здатності до самоспрямованого навчання зв'язана із аналізом комплексу проявів у діяльності студента. Аналіз експериментальних досліджень у сфері самоспрямованого навчання вказує на зв'язок між ним та високорівневими мисленнєвими якостями такими як креативність, вирішення проблем та критичне мислення (Tekkol & Demirel, 2018).

У статті Дж. Столка та колег, детально висвітлено складові та структуру моделей Ціммермана та Пінтріча (Stolk, Martello, Somerville, & Geddes, 2010). Запропоновані вказаними авторами моделі ґрунтуються на соціально-когнітивній підході, відповідно до якого особа, що навчається, є активним і конструктивно спрямованим учасником освітнього процесу. У моделі Ціммермана, поведінкова саморегуляція включає такі процедури як самоспостереження та коригування навчальних стратегій; саморегуляція у сенсі взаємодії з оточенням відповідає пристосування студента до контексту в якому відбувається навчання; прихована саморегуляція відповідає моніторингу власної діяльності й управлінню пізнанням та емоціями (рис. 1.1).

Аналізуючи моделі Ціммермана та Пінтріча автори виділяють низку ключових для самоспрямованого навчання факторів (Stolk, Martello, Somerville, & Geddes, 2010, p. 902):

1. Когнітивні та метакогнітивні фактори включають здатність студентів розпізнавати потреби, розвивати стратегії для планування, моніторингу та адаптації освітнього процесу, розуміти й аналізувати власні когнітивні процеси та залучатися до точного самооцінювання власної освітньої діяльності

2. Мотиваційні фактори виражають самоефективність студентів, уміння обирати та контролювати, зацікавленість у завданнях, сприйняття цінності завдань, занепокоєння контролем і емоційний відгук на навчальний досвід.

3. Поведінковий компонент включає планування й управління часом і зусиллями, механізми для фокусування уваги та відповідного співставлення результатів і поведінки.

4. Контекстуальний аспект саморегульованого навчання охоплює реакцію особи, що навчається, на освітній простір. У навчальній діяльності це може включати спілкування та співпрацю з одногрупниками, відгук на стиль роботи та вимоги викладача.

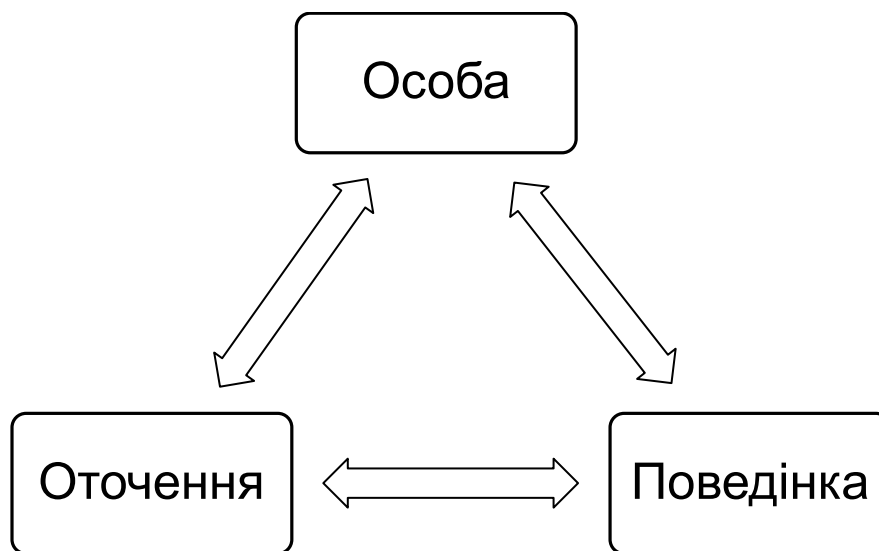


Рис. 1.1. Схематичне зображення моделі Ціммермана

Дослідженню готовності студентів інженерних спеціальностей до самоспрямованого навчання в умовах інноваційних педагогічних технологій присвячено публікації Томаса Літзінгера (Litzinger, Wise, & Lee, 2005) та Родні Стюарта (Stewart, 2007), де показано, що упровадження проектно орієнтованого навчання має позитивний вплив на формування у майбутніх інженерів указаної компетентності.

Принципове рішення щодо імплементації інноваційних освітніх технологій є лише відправною точкою для переходу від *"teacher-centered learning"* до *"student-centered learning"*. Інноваційна діяльність в освіті зв'язана з активним процесом створення та імплементації нових і вдосконаленням вже існуючих методів і засобів, педагогічних та управлінських технологій для досягнення дидактичних цілей професійної підготовки майбутніх фахівців. Освітні інновації приводять до модифікації мети, змісту, методів, форм навчання, способів діяльності та взаємодії викладачів і студентів, адаптації освітнього процесу до потреб сучасності.

Особливістю інновацій в освітній діяльності є їх дуальний характер, який з одного боку вимагає вивчення, узагальнення і розповсюдження передового практичного досвіду, а з іншого – упровадження у практику освітньої діяльності передових досягнень педагогіки і психології (Саух, 2011).

Характерною рисою інноваційних освітніх технологій є особистісно-орієнтована освіти. При цьому елементом проектування педагогічного процесу стає подія в житті особистості, яка формує цілісний життєвий досвід, для якого отримані знання є частиною. Проектування освітнього процесу відбувається в умовах взаємодії викладача та студента, набуваючи вигляду дослідження, пошуку тощо (Туркот, 2011).

Наголосимо, що більшість авторів зазначають, що традиційні та інноваційні підходи являють собою фактично два граничних випадки, у той час як реальна освітня ситуація є, як правило, деяким проміжним варіантом, при якому в процесі навчання й викладання відбувається поєднання різних підходів, тому мова йде радше про пошук оптимального балансу між ними з урахуванням особливостей освітньої програми, рівнем готовності студентів та викладачів, матеріальними чинниками тощо (Bransford, Brown, & Cocking, 2000).

Звернемося до основних розбіжностей між традиційними та інноваційними підходами. Так, за умов використання традиційного предметно орієнтованого навчання, результати навчання пов'язуються лише в окремою навчальною дисципліною та є орієнтованими на опанування вузьких дисциплінарних знань, у той час як інноваційні підходи надають величезного значення формуванню мультидисциплінарних знань, практичних умінь і навичок та здатності до їх використання у професійній діяльності.

Щодо типу завдань, що доводиться вирішувати студентам, то для предметно орієнтованого навчання характерним є використання вузьких, строго визначених завдань, які вирішуються в рамках навчальних проектів, прив'язаних до однієї дисципліни як за змістом проекту так і за організаційними аспектами його реалізації. Основою для виконання проектів є матеріал представлений на лекціях чи в навчально-методичних матеріалах, що обмежує пошукову діяльність студентів та їх пізнавальну активність у цілому. Викладач виступає у ролі суб'єкта, що визначає всі аспекти процесу навчання.

Для інноваційного студентоцентрованого навчання властивим є використання завдань, які не мають відомого наперед розв'язку не лише для студентів, а, на етапі постановки завдання, й для викладача (відкритих), а лекційні заняття при цьому спрямовані на підтримку виконання проектів пов'язаних з різними дисциплінами.

В умовах традиційного навчання в навчальному плані зазвичай відсутні спеціалізовані курси, спрямовані на допомогу студентам у їх підготовці до вирішення проблем та виконання проектів (Crawley, 2002). Студентська діяльність за умов предметно орієнтованого навчання орієнтована на отримання знань, а не на їх конструювання (на ролі конструктивізму в становленні проблемно та проектно орієнтованого навчання ми зупинимося дещо пізніше). Особливою рисою інноваційного студентоцентрованого навчання є організація такої співпраці студентів, яка передбачає досягнення результату спільного для всіх членів групи. При цьому викладачі діють радше як консультанти (фасилітатори), зберігаючи

функції одного з джерел інформації. Така інтерактивна природа інноваційних методів забезпечує активну взаємодію, діалог викладача і студента.

Оцінювання у випадку традиційного навчання є індивідуальним та сумативним, у той час як інноваційні методи пропонують використовувати оцінювання роботи студентів у групах та формативне оцінювання. Сумативне оцінювання відбиває підсумки навчальної діяльності студента у прив'язці до певного моменту часу, обмежуючись, як правило, традиційними екзаменами й залишаючи поза увагою інші види діяльності. Формативне оцінювання здійснюється на початку або в ході виконання навчальної програми й виступає як джерело інформації про успішність засвоєння результатів навчання як для викладачів, так і для студентів (Волошинов, Сокол, & Тригуб, 2015).

Згідно з визначенням наведеним у «*Glossary of educational technology*» (Словник термінів освітніх технологій), *педагогічна технологія* є системним методом створення, використання і представлення процесу навчання загалом з урахуванням технічних і людських ресурсів і взаємодії між ними, з метою оптимізації форм освіти (UNESCO, 1986). Педагогічна технологія наділена наступними ознаками системи: логіка процесу, взаємозв'язок частин, структурна і змістова цілісність, доцільність, інтенсивність процесів. Відразу звернемо увагу на дилему, що постає при проектуванні педагогічної технології. З одного боку, запропоновані технології навчання мають володіти ознаками стандартизації та уніфікації процесу навчання, можливості відтворення та тиражування стосовно заданих умов. З іншого, для освітньої реальності властивий специфічний зв'язок між учасниками освітнього процесу. В освітній реальності викладач є частиною соціального явища, а також, носієм певних цінностей, ідей, переконань тощо і тому, він не є повністю незалежним чи нейтральним по відношенню до освітніх явищ. Окрім того, освітні явища є надзвичайно варіабельними в часі й просторі.

Таким чином, наше дослідження спрямоване на визначення дієвої системи підходів до провадження освітньої діяльності, що не будуть зв'язані з певним профілем інженерної підготовки чи змістовим наповнення освітніх програм, а відповідатимуть за формування продуктивних умов здійснення професійної підготовки майбутніх інженерів.

До ефективних педагогічних інновацій, використання яких у професійній підготовці майбутніх інженерів є поширеною практикою серед викладачів вітчизняних та закордонних університетів, належать проектно орієнтоване навчання та проблемно орієнтоване навчання.

Зазначимо, що історично склалося, що в англійськомовних джерелах для позначення понять "**проблемно орієнтоване навчання – *problem-based learning***" та "**проектно орієнтоване навчання – *project-based learning***" використовується однакова аббревіатура – PBL. Як наголошується в багатьох працях (Kolmos, 1996) та (Helle, Tynjala, & Olkinuora, 2006), засади на яких ґрунтуються обидва підходи, є спорідненими, адже освітній процес організовується навколо проблеми, що виноситься на вирішення студентів та стимулює їх до пошуку

оптимальних стратегій вирішення, а проектна діяльність обирається як спосіб організації роботи. Подібні міркування наведено в публікаціях Міжнародного бюро освіти ЮНЕСКО:, де зазначається, що *"Часто поняття "проектно орієнтоване навчання" використовується взаємозамінно з поняттям "проблемно орієнтоване навчання", особливо у випадку, коли проекти спрямовано на вирішення проблем реального світу"* (UNESCO-IBE, 2013).

Проектно орієнтоване навчання та проблемно орієнтоване навчання є студентоцентрикованими підходами, походження яких традиційно пов'язується з епістемологією конструктивізму (Savery & Duffy, 1995; Savery, 2006). Конструктивізм розглядається як альтернативна до позитивізму модель, в якій акцент робиться не на абсолютне знання ("об'єктивну реальність"), а на діяльність індивідуума, спрямовану на конструювання чи реконструювання власної реальності шляхом узгодження наявного досвіду та нового знання. Нова інформація обробляється ментальними структурами, що включають здобуті раніше знання, коректні та хибні переконання, упередження і страхи. Якщо нова інформація узгоджується з перерахованими структурами, то вона інтегрується до них, але, якщо суперечить, то індивідуум може запам'ятати її на деякий час (наприклад, для складання іспиту), але повноцінної інтеграції не відбудеться (Prince & Felder, 2007).

Проведений аналіз поточного стану системи професійної підготовки майбутніх інженерів у частині вибору методів навчання, доводить необхідність структурної перебудови освітніх програм підготовки майбутніх інженерів шляхом системного впровадження інноваційних педагогічних технологій. Визначальними аспектами для впровадження інноваційних технологій виступають необхідність:

- відходу від знаннєвої парадигми на користь компетентнісної, що сприятиме формуванню широкого спектру фахових та загальних компетентностей
- розвитку студентоцентрикованості освітнього процесу, що пов'язано з реалізацією особистісно орієнтованого підходу;
- розвитку творчого потенціалу студентів, шляхом залучення їх до квазіпрофесійної діяльності.

1.2. Проектно орієнтоване навчання як умова професійної підготовки майбутніх інженерів

Визначити стартову точку впровадження проектно орієнтованого навчання в освітній процес достатньо складно, оскільки підготовка фахівців інженерного та природничо-математичного профілів у вищій школі завжди містила складову, пов'язану із цілеспрямованим використанням отриманих знань на практиці. Так, підготовка й проведення вимірювального експерименту є прикладом діяльності, наділеної рисами проекту, адже включає в себе формулювання мети та завдань дослідження, постановку задачі, вибір методик та технічних засобів її вирішення експериментальним шляхом, фіксацію проміжних та кінцевих результатів та їх опрацювання. Відповідно, говорячи про проектно орієнтоване навчання як

інноваційну педагогічну технологію слід зосереджуватися на тих поворотних моментах, коли до проектної діяльності учнів і студентів почали ставитися особливі вимоги, які виникали у відповідь на значущі зміни в освітній сфері та в промисловості, для якої, власне, і здійснюється підготовка фахівців інженерних спеціальностей. (Луценко & Бевз, 2011; Луценко & Бевз, 2012).

Протягом останніх десятиліть з'явилися численні публікації вітчизняних і світових дослідників, присвячені аналізу проектно орієнтованого навчання. Зазначимо, що у психолого-педагогічній літературі для закордонних джерел, що висвітлюють особливості професійної підготовки майбутніх інженерів, загальноновживаним є термін *"проектно орієнтоване навчання"*, тоді як вітчизняні дослідники використовують переважно терміни *"проектна діяльність"*, *"творча проектна діяльність"*, *"метод проектів"*, *"проектна технологія"*, *"проектне навчання"*.

Відповідно до визначення, що пропонується ЮНЕСКО (Buck Institute for Education): *"проектно орієнтоване навчання – це системний педагогічний метод (метод навчання), спрямований на залучення студентів до отримання знань та навичок шляхом розширеного процесу дослідження, структурованого навколо складних, аутентичних питань та ретельно спроектованих продуктів та завдань"* (UNESCO-IBE, 2013). Згідно з класифікацією методів навчання за характером пізнавальної діяльності (І. Лернер, М. Скаткін) метод проектів належить до групи частково-пошукових методів, а відповідно до класифікації методів за логікою передачі і сприймання інформації (Ю. Бабанський) – до індуктивних.

Для того, щоб підкреслити усю багатогранність проектно орієнтованого навчання, зазначимо, що в статті О. Корнійчук та Л. Бурової наведено близько двадцяти визначень запропонованих різними дослідниками (Корнійчук & Бузова, 2012):

- спосіб організації пізнавально-трудової діяльності;
- спосіб організації педагогічного процесу;
- особистісно-орієнтований метод навчання;
- самостійна творча праця;
- сукупність навчально-пізнавальних прийомів;
- система навчання;
- гнучка модель організації навчального процесу;
- форма організації навчання;
- спеціально організований комплекс дій;
- педагогічна технологія;
- сукупність педагогічних прийомів і операцій;
- комплексний метод навчання;
- цілеспрямована самостійна діяльність.

Ретроспективний розгляд методу проектів показує його еволюцію від власне специфічного методу, який був спрямований на вирішення частинних дидактичних

цілей, до інноваційної педагогічної технології, що є стрижневим елементом освітньої програми. Більшість із визначень проектно орієнтованого навчання акцентують увагу на особливій організації освітнього процесу, що має знаходити відображення у всіх елементах освітньої програми.

На нашу думку, раціональним є поділ, запропонований Г. Хейтманом (1996). Дослідник розрізняє *проектно орієнтоване навчання*, *проектно орієнтовані курси* та *проектно організований навчальні плани*. *Проектно орієнтовані курси* (project-oriented study) пов'язуються з використанням малих проектів у рамках окремих навчальних курсів, а *проектно організовані навчальні плани* (project organized curriculum) – з використанням проектної діяльності як структурного принципу для всієї освітньої програми. Таким чином, проектно орієнтоване навчання може визначатися не лише як діяльність спрямована на вирішення окремої проблеми, але й стосуватися розробки навчальних планів у цілому.

Слід зазначити, що у сучасному світі поняття "*проект*" і "*проектна діяльність*" використовуються в найрізноманітніших сферах людської діяльності. В етимологічному словнику вказується, що іменник "*проект*" походить від латинського слова *projectum* – "*спрямований уперед*", що, своєю чергою, походить від дієслова *proicere* утвореного поєднанням слів *pro* – "*уперед*" та *iacere* – "*спрямовувати, приводити в рух*" (Online Etymology Dictionary, 2018). Великий тлумачний словник сучасної української мови містить наступні визначення поняття "*проект*" (Бусел, 2005): "*Проект. -у, ч. 1. Сукупність документів (розрахунків, креслень, макетів тощо), необхідних для зведення споруд, виготовлення машин, приладів і т. ін. Типовий проект.*

2. *Попередній текст якого-небудь документа, що виноситься на обговорення, затвердження. || Щось незакінчене, намічене лише в загальних рисах (про літературний твір, лист, доповідь і т. ін.); начерк.*

3. *Задуманий план дій; задум, намір."*

Зауважимо, що в Оксфордському словнику англійської мови поняття проект у загальному трактується як: "*1. Індивідуальна чи колективна ініціатива (діяльність зі створення чогось), що ретельно планується для досягнення поставленої мети.*" і нижче деталізується для різних видів людської діяльності, причому першим з них є "*1.1. Елемент дослідницької роботи, що виконується учнем чи студентом*" (Soanes & Stevenson, 2003). Подібні визначення, які на рівні усталеної мовної практики встановлюють зв'язок проектів і освітньої діяльності, пропонуються і в Кембриджському словнику англійської мови: "*1. Фрагмент спланованої роботи чи діяльності, що завершується у визначений період часу та спрямований на досягнення певної мети; 2. Вивчення конкретного предмету, що триває протягом певного періоду часу й здійснюється, як правило, студентами*" (Cambridge Dictionary, 2018).

Незалежно від сфери людської діяльності, для заходів різної природи, складності й тривалості, як, наприклад, запуск Великого адронного колайдера, реформування системи вищої освіти, ремонт приміщення лабораторії, можна

виділити низку спільних ознак, що дозволяють характеризувати їх як проекти, а саме (Батенко, Загородніх, & Ліщинська, 2003):

- спрямованість на досягнення конкретної мети;
- базування на скоординованому виконанні зв'язаних між собою дій;
- обмеженість часу, що відводиться на виконання, визначеність певної дати початку і закінчення;
- наявність ресурсних обмежень (фінансових, матеріальних, трудових тощо);
- певною мірою неповторність, унікальність.

Прикладами проектів різних рівнів складності є (Wim & Van der Blij, 2011):

- проекти державного рівня: діяльність зв'язана з вирішенням проблем забезпечення енергетичними ресурсами, чистою водою, запобігання змінам клімату, тощо.
- проекти великих компаній: діяльність, що зосереджується на створенні продукції з принципово новими характеристиками, чи продукції з істотно поліпшеними даними.
- проекти підрозділів компаній: продукти чи послуги, що будуть використовуватися в інших підрозділах великої компанії чи зв'язані з кінцевими споживачами.
- індивідуальний рівень: вирішення побутових питань, зв'язаних з організацією навчальних, побутових задач, тощо.

У контексті використання проектів в освітній сфері на увагу заслуговує низка праць Міхаеля Кнолля присвячена ретроспективному аналізу проектно орієнтованого навчання й особливостей його впровадження. Автор підкреслює, що вже на початку XVIII ст. підсумковий екзамен для майбутніх архітекторів і інженерів в італійських і французьких навчальних закладах (Академія де Сан Лука в Римі, Королівська Академія архітектури в Парижі), включав розв'язання практичних завдань, пов'язаних з самостійною розробкою проекту і креслення масштабної будівлі, наприклад, собору чи палацу (Knoll, 1997). Таке підсумкове оцінювання, при якому проблема інженерного проектування мала вирішуватися не абстрактним і теоретичним шляхом, а на практиці й з дотриманням певних термінів, й отримало назву "*проект*", саме в сенсі професійної підготовки. Зазначимо, що у наведеному випадку, перед студентами все ж не ставилося завдання втілення виконаних розробок безпосередньо на практиці, тому і використовувався термін *progetti*, тобто, "*робота в уяві*" (Knoll, 2012).

На наступному етапі, який, на думку М. Кнолля охоплює 1765-1880 рр., відбулося усвідомлене сприйняття проектів як дієвого методу навчання та поширення його використання в технічних університетах Європи і США, серед яких Центр мистецтв та виробництва (Париж), Політехнічна школа (Карлсруе), Массачусетський технологічний інститут (Бостон), Іллінойський промисловий університет (Урбана).

Між 1880-1915 рр., концепція навчання з допомогою проектів, що вимагають вирішення завдань реального світу, впроваджувалася спочатку в сільськогосподарських коледжах США, а згодом і в школах професійної підготовки (трудоих школах). Джон Д. Ранкл, президент Массачусетського інституту технології, та Кальвін М. Вудвард, декан Політехнічного інституту О'Фаллон Вашингтонського університету, запропонували власний підхід до підготовки студентів шкіл професійної підготовки. Відповідно до ідей К. Вудварда, студенти спочатку опановували основи роботи з інструментами й технікою, а потім, по завершенню певного навчального розділу чи року навчання, виконували самостійні розробки. Таким чином, планувалося навчання, яке просувалося систематично від елементарних принципів (інструктування) до практичного застосування (конструювання). Така система підготовки стала настільки популярною, що в 90-х роках XIX ст. була впроваджена також на рівні загальноосвітніх початкових шкіл (Митрофанова, 2010; Митрофанова, 2014).

На початок XX ст. метод навчання з використанням проектної діяльності учнів був предметом активного обговорення, отримуючи схвальні відгуки як від практикуючих викладачів, так і на законодавчому рівні. Власне термін *"метод проектів"* вперше було вжито в 1908 р. А в 1914 році цей метод отримав підтримку Конгресу, що засвідчувалося прийняттям Акту Сміта-Левера, відповідно до якого значні кошти виділялися для новостворених шкіл професійної підготовки саме для впровадження проектно орієнтованих навчальних планів (Pecore, 2015).

Важливою віхою впровадження проектно орієнтованих підходів у освітню сферу, стала діяльність професора Вільяма Герда Кілпатріка, який послуговуючись ідеями Джона Дьюї, запропонував у 1918 році, власну концепцію методу проектів. Основна ідея В. Кілпатріка полягала в необхідності активної діяльності тих, хто навчається у соціальному оточенні. В. Кілпатрік використовував метод проектів під час власної викладацької діяльності на посаді професора педагогічного коледжу в Колумбійському університеті (Teachers College, Columbia University in New York) (Helle, Tynjala, & Olkinuora, 2006). У статті В. Кілпатріка *«Dangers and Difficulties of the Project Method and How to Overcome Them»* (Небезпеки та труднощі методу проектів та як їх подолати) проект характеризується як: *"Термін проект належить до будь-якої одиниці цілеспрямованого досвіду, до будь-якого прикладу цілеспрямованої діяльності, де переважаюча ціль, як внутрішній поштовх, визначає ціль діяльності, керує його перебігом, надає стимул, його внутрішню мотивацію"* (Kilpatrick, 1921, pp. 288-289).

Як зазначалося вище, теоретичною основою методу проектів є педагогіка прагматизму, ідеологом якої був відомий американський філософ, педагог та психолог Дж. Дьюї. Ідеї Дж. Дьюї розглядаються як *"привабливе поєднання прагматизму та ідеалізму: прагматизм у тому сенсі, що навчання з усвідомленням мети розглядається як джерело формування мотивації студентів, ідеалізм у тому сенсі, що вирішення серйозних теоретичних або практичних проблем розглядається як вершина інтелектуальних досягнень"*

(Birch, 1986, p. 73). Для розробленої Дж. Дьюї концепції прагматичного навчання, важливими є власні відкриття тих, хто навчається; вони мають здобувати власний досвід та знання, вирушуючи практичні проблеми в життєвих ситуаціях.

В. Кілпатрік ідентифікував наступні чотири типи проектів:

1. Втілення зовнішньої ідеї або плану в матеріальній формі.
2. Отримання насолоди від певних естетичних переживань та споглядання.
3. Вирішення проблеми;
4. Отримання даних, оволодіння певними знаннями і навичками.

Для реалізації проектів першого та четвертого типів В. Кілпатрік передбачав виконання наступних кроків: визначення цілі проекту, планування, виконання та оцінювання отриманих результатів. Особлива (естетична, а не практична) природа проектів другого типу, зумовила той факт, що В. Кілпатріком не було запропоновано певної схеми їх реалізації. У рамках нашого дослідження увагу привертають насамперед проекти третього типу. В. Кілпатрік стверджував, що складно відділити проблему, що вирішується, від проекту, за допомогою якого здійснюється вирішення, пропонуючи як критерій розділення розглядати наявність чи відсутність цілі. Проектом є діяльність, яка ґрунтується на тому, що її метою і є вирішення проблеми .

Для проектів третього типу В. Кілпатрік звертається до запропонованої Дж. Дьюї концепції рефлексивного мислення. Рефлексивне мислення передбачає послідовність логічних, раціональних кроків чи процесів, що гуртуються на науковому методі визначення, аналізу та вирішення проблем, включаючи наступні кроки: 1) ідентифікація та опис проблеми з використанням певного термінологічного апарату; 2) визначення гіпотези чи передумов існування такої проблеми; 3) збір та аналіз даних; 4) формулювання висновків; 5) застосування висновків до вихідної гіпотези (Митрофанова, 2010; Ресор, 2015).

На жаль, на той час ідеї В. Кілпатріка не набули поширення, оскільки трактувалися як занадто прогресивні, зокрема тому, що автор робив акцент на самостійності учнів та студентів. На відміну від В. Кілпатріка, Дж. Дьюї виступав за збереження предметної системи підготовки; виконання проектів під керівництвом учителя, вважаючи, що учні не можуть планувати самостійно ні проекти, ні завдання до них. Критика Дж. Дьюї та інших педагогів призвела до зниження інтенсивності застосування методу проектів й дослідницького інтересу до нього.

Надалі інтенсифікація впровадження проектно орієнтованого навчання пов'язується з 80-ми роками ХХ століття. Рушійною силою при цьому виступили з одного боку рекомендації та зауваження працедавців різних рівнів, а з іншого – активні педагогічні дослідження. Використання даного підходу в навчальній діяльності студентів інженерних спеціальностей на старших курсах було покликане зупинити розвиток негативних тенденцій, зв'язаних з посиленням теоретичної складової підготовки майбутніх інженерів (Evans, McNeil, & Beakley, 1990; Walther, Kellam, Sochacka, & Radclife, 2011). Вважалося, що студентські проекти сприятимуть розвитку емпіричної навчальної діяльності, коли аналітичні знання, засвоєні раніше,

поєднуються з практичними підходами технічних дисциплін у завершеному прикладному проекті.

Як зазначалося вище, зовнішніми факторами для розробки та впровадження проектно орієнтованого навчання як стрижневого елементу професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей, послуговували рекомендації, що формувалися такими організаціями як ABET, FEANI, EC, численними промисловими компаніями та викладачами, що працювали в сфері інженерної освіти. Серед рекомендацій, пов'язаних з організацією проектно орієнтованого навчання, ключовими є (Dym, Agogino, Eris, Frey, & Leifer, 2005):

- розвиток студентської творчості;
- робота над проблемами, що є слабо визначеними та не мають наперед відомого розв'язку;
- розвиток та впровадження методології проектування;
- вміння сформулювати та описати поставлену задачу з використанням зовнішнього та внутрішнього представлення;
- розгляд альтернативних підходів та проблем;
- гнучкість мислення та детальний опис систем.

Окрім того, до реалістичних факторів, що набувають важливого звучання у процесі проектування слід віднести ідеї сталого розвитку, економічні міркування, безпеку, надійність, естетичні аспекти, етичні міркування та врахування можливих соціальних наслідків.

Інший, але не менш значимий вплив на впровадження проектів, спричинили потреби виробництва. Як було показано вище, ряд методів та задач наукової діяльності принципово відрізняються від методів та задач інженерної. Тому, впровадження проектно орієнтованих задач дозволяє краще підготувати майбутніх інженерів до роботи в промисловості. Зокрема, акцент здійснюється не на властивий для теоретичних наук та математики аналітичний метод вирішення проблем, а на проектування, інтеграцію та синтез, як методи, що значно краще працюють для промислових задач (Walther, Kellam, Sochacka, & Radcliffe, 2011). Відповідно, промислові компанії світу доволі часто підтримують проектну діяльність студентів інженерних спеціальностей, виділяючи кошти, обладнання та забезпечуючи можливість практичного втілення результатів розробок.

Серед закладів вищої освіти, які активно впроваджують проектно орієнтоване навчання як обов'язкову складову освітніх програм підготовки студентів різних курсів інженерних спеціальностей, доречно виділити Католицький університет Льовену (Бельгія), Королівський технологічний інститут (Швеція), Політехнічний інститут Гренобля (Франція), Інженерний коледж Орхуса (Данія), Ольборзький університет (Данія) та ін. (Шатоха, 2016; Луценко, 2017б).

На початкових етапах формування методу проектів визначальний вплив мали праці Джона Дьюї та Едварда Лі Торндайка. Проектно орієнтоване навчання ґрунтується також на працях психологів початку ХХ століття Жана Піаже, Лева Виготського та Джерома Брунера, що традиційно пов'язуються з

епістемологією конструктивізму (Savery & Duffy, 1995; Savery, 2006). Конструктивізм розглядається як альтернативна до позитивізму модель, в якій акцент робиться не на абсолютному знанні («об'єктивній реальності»), а на діяльності індивідуума, спрямованій на конструювання чи реконструювання власної реальності шляхом узгодження наявного досвіду та нового знання. Нова інформація обробляється ментальними структурами, що містять здобуті раніше знання, коректні та хибні переконання, упередження і страхи. Якщо нова інформація узгоджується з перерахованими структурами, то вона інтегрується до них, а якщо суперечить, то індивідуум може запам'ятати її на деякий час (наприклад, для складання іспиту), але повноцінної інтеграції не відбудеться (Prince & Felder, 2007). У рамках теорії когнітивного розвитку було встановлено, що процес пізнання залежить від стадії розвитку особистості.

За результатами праць Ж. Піаже та його послідовників, було сформовано наступні принципи (Biggs, 1996; Crawley, Malmqvist, Ostlund, Brodeur, & Edstrom, 2014):

1. Процес навчання фактично є навчанням студентів того, як застосувати сформовані раніше когнітивні структури в нових умовах.

2. У зв'язку з тим, що студенти не можуть навчитися застосовувати когнітивні структури, що ще не є сформованими, базова когнітивна архітектура повинна сформуватися самостійно.

3. Намагання «передати» знання, які виходять за межі поточної стадії когнітивного розвитку, є неефективними.

Розвинута Левом Виготським теорія, що отримала згодом назву соціального конструктивізму, додає вимір мови та спілкування до ідеї про навчання шляхом конструювання нового розуміння (Vygotsky, 1978). У ній встановлюється зв'язок між навчальним контентом ("що" вивчається) та соціальним ("за яких умов" відбувається навчання). У такому випадку, розуміння контенту не просто конструюється, а конструюється у взаємодії. Лев Виготський також розвинув поняття *"зони найближчого розвитку"*, яку він визначив як *"відстань між фактичним рівнем розвитку, що визначається здатністю самостійно вирішувати проблеми та рівнем потенційного розвитку, що визначається здатністю вирішувати проблеми під керівництвом дорослих або у співпраці з однолітками"* (Goold, 2012).

Узагальнюючи особливості конструктивістського підходу до організації навчання, наголосимо на наступних аспектах (Biggs, 1996; Prince & Felder, 2006):

- Навчання має розпочинатися з матеріалу, який частково знайомий студентам. Нову інформацію варто представляти у контексті проблем "реального" світу, підкреслюючи її зв'язок з іншими галузями.

- Навчання має бути потрібним студентам для заповнення прогалін та екстраполяції матеріалу представленого викладачем. Метою є "виведення" студентів від сприйняття викладача як основного джерела інформації, допомагаючи їм у формування навичок самонавчання.

- Навчання має передбачати такий вид діяльності як робота в малих командах (бажано – для конструктивізму та обов'язково – для соціального конструктивізму).

У 70-х роках ХХ століття, спираючись на роботи Дж. Дьюї та Ж. Піаже, Девід Колб розвинув сучасну *теорію практичного (емпіричного) навчання (experiential learning)* (Kolb, 1984). У своїх працях Колб виділяє шість особливостей експериментального навчання.

1. Навчання слід розглядати як процес. Знання формується та постійно змінюється під впливом особистого досвіду.

2. Навчання є неперервним процесом, який ґрунтується на практичному досвіді. Студент розпочинаючи вивчення, вже має попередньо сформовані уявлення про тему, що вивчається, причому такі уявлення можуть виявитися хибними.

3. У процесі навчання необхідно вирішити конфлікт між контраверсійними (взаємосуперечливими) способами адаптації до світу. Студенту потрібні різні уміння, які варіюються від наявності конкретного досвіду до розуміння абстрактних понять і від пасивного спостереження до активного експериментування.

4. Навчання – це цілісний процес адаптації до світу. Навчання не обмежується стінами навчальної аудиторії.

5. Навчання передбачає взаємодію студентів з реальним світом.

6. Навчання – це процес формування знання та відповідає розумінню процесу пізнання в традиції конструктивістів.

Цикл навчання за Д. Колбом (рис. 1.2 (позиція а)) включає чотири етапи, які відповідають різним когнітивним завданням та рівням абстрагування особи, що навчається (Crawley, Malmqvist, Ostlund, Brodeur, & Edstrom, 2014).

Таким чином, відбувається формування чотирьох типів знань, а саме, дивергентних, асимілятивних, конвергентних й асимілятивних унаслідок взаємодії чотирьох вимірів – конкретного досвіду, спостереження у поєднанні з рефлексією, концептуалізації шляхом абстрагування та активного експериментування. Перераховані виміри та їх взаємодія з різними типами знань дозволяють проектувати різні види навчальної діяльності, в яких студенти долучаються до різних способів побудови міркувань (індукція та дедукція), і, таким чином, до різного навчального досвіду. Окрім того, виникає можливість підбору видів навчальної діяльності спрямованих на одночасне пряме та опосередковане формування фахових та загальних компетентностей.

У 1978 році Дональд Шон запропонував *концепцію критичного осмислення практичної діяльності (reflective practitioner perspective)*, розглядаючи її як спосіб інтегрувати власний досвід, наявні теоретичні знання та дослідницький підхід з метою пошуку оптимального рішення неоднозначних практичних проблем (Schon, 1983). Як стверджується в (Bulleit, Schmidt, Alvi, Nelson, & Rodriguez-Nikl, 2015), сформована на рівні регулярної практики професійна рефлексія перетворює

виконання рутинних процедур в осмислену діяльність – "що було зроблено, в який спосіб була виконана робота та як можна виконати її краще".

Із додаванням проектної діяльності студентів модель практичного навчання за Колбом розширюється шляхом додавання дій, спрямованих на пошук вирішення проблеми. Так, до основних чотирьох етапів, запропонованих Колбом, додаються пошук альтернативних рішень (синтез), їх оцінювання, покращення та прийняття рішення про вибір чи відхилення певного варіанта (рис. 1.2 (позиція б)). Кожна зі згаданих теорій відображає різні аспекти освітньої діяльності, а проектно орієнтоване навчання постає як інтегративний практичний підхід.

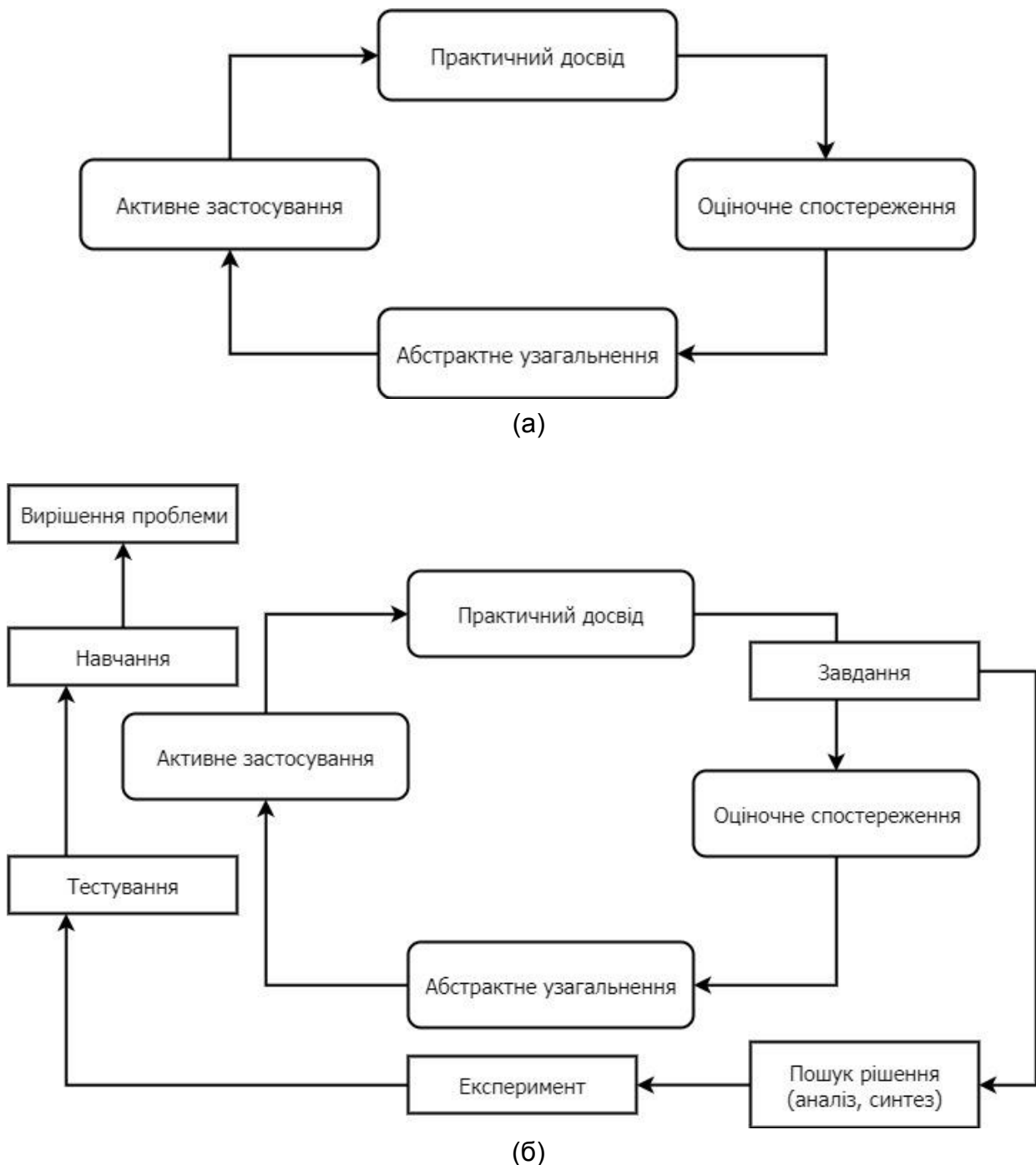


Рис. 1.2. Модель практичного навчання за Колбом (а); цикл Колба для проектно орієнтованого навчання (б)

Кожна із згаданих теорій відображає різні аспекти навчальної діяльності, а проектно орієнтоване навчання виступає як інтегруючий практичний підхід. На нашу думку, саме можливість несуперечливого використання різних за природою теоретичних ідей в практичній діяльності є один з факторів, що сприяв поширенню проектно орієнтованого навчання.

Зазначимо, що упровадження окремих проектів у рамках вивчення окремих дисциплін недостатньо для того, щоб стверджувати, що навчання є проектно орієнтованим. У (Adderley, et al., 1975) було запропоновано наступний опис проектно орієнтованого навчання, що включає п'ять ключових аспектів:

- Проекти включають вирішення проблем; які можуть самостійно визначатися студентами.
- Проекти включають ініціативу студента чи групи студентів та вимагають різноманітних видів навчальної діяльності.
- Результатом проекту є, зазвичай, певний кінцевий продукт (наприклад, дисертація, звіт, технічне завдання, комп'ютерна програма та модель).
- Робота над проектом виконується протягом визначеного періоду часу.
- Викладацький персонал здійснює консультування студентів, а не керує безпосередньо виконання проекту на всіх етапах.

Лаура Хелле та ін. (2006) наголошують на винятковій важливості першого та третього аспектів, що підтверджується в публікації П. Блуменфельда та ін. (1991). Автори зазначають, що вся сутність проектно 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.

Аналізуючи сформульовані в статті Г. Хейтмана (1996) характерні риси проектно орієнтованого навчання в інженерній освіті, відзначимо їх:

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

Здійснений у роботі Мінгуї Гао (Gao, 2012) ретроспективний аналіз визначень проектно орієнтованого навчання, указує на два основних аспекти, за якими відрізняються опрацьовані визначення – наголос на різних рисах проектів та існування різних типів проектів.

Зазначимо, що у більшості праць вітчизняних дослідників основна увага приділяється проектам, реалізація яких є можливою і в рамках традиційної предметно орієнтованої системи (Гулай, 2009; Власенко & Реутова, 2012), що залишає поза увагою потужний міждисциплінарний потенціал проектної діяльності

майбутніх інженерів. Поряд з цим, на важливості міждисциплінарної інтеграції наголошується в працях В. Курок, де інтеграція в освітньому середовищі розглядається як засіб формування цілісної системи наукових уявлень про відповідні аспекти реального світу (Курок, 2015).

Трактування поняття «*міждисциплінарність*» у контексті інженерної освіти потребує певного уточнення, яке стосується організації освітнього процесу, дослідницької діяльності чи проектної діяльності інженерів.

У публікації І. Чернецького, І. Сліпучіної та Н. Поліхун здійснено детальний аналіз понять «*міждисциплінарність*», «*мультидисциплінарність*», «*інтердисциплінарність*» та «*трансдисциплінарність*» (Чернецький, Сліпучіна, & Поліхун, 2017). Як показують автори, усі наведені терміни пов'язані з різними видами реалізації міждисциплінарного підходу (рис. 1.3). Поняття «*міждисциплінарність*» трактується як найзагальніший термін, що використовується у випадках, коли природа досліджуваного явища не відома або не визначена. Міждисциплінарний підхід забезпечує бачення певної проблеми з погляду різних предметних галузей.

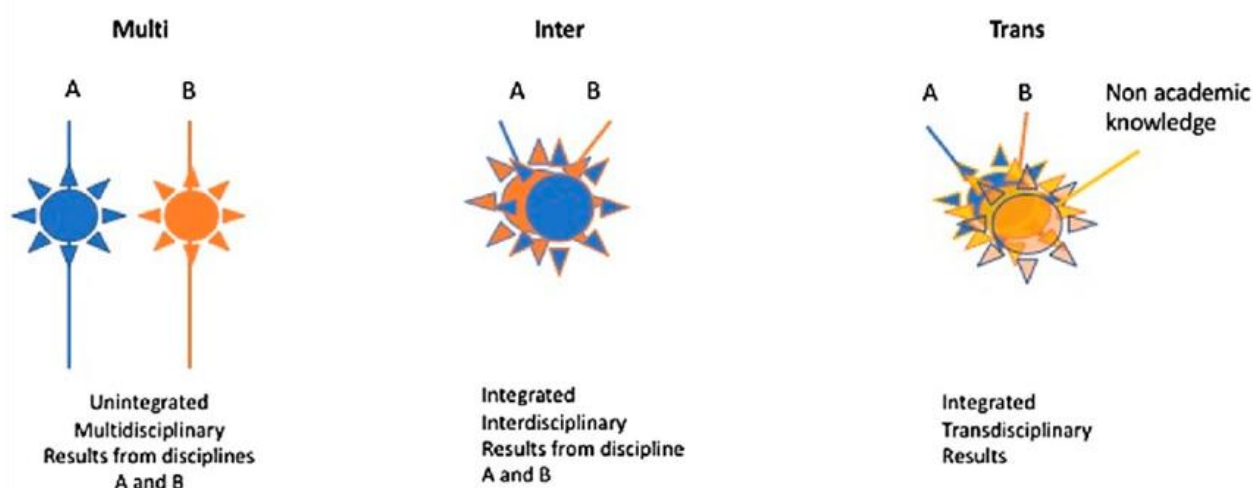


Рис. 1.3. Рівні інтеграції в міждисциплінарних дослідженнях (Menken & Keesstra, 2016; Klaassen, 2018)

У процесі дослідження відбувається залучення знань, методик тощо з різних дисциплін без їх поєднання. Інтердисциплінарний підхід передбачає інтеграцію способів діяльності та рішень з різних предметних галузей на кожному кроці пошуку вирішення проблеми. Трансдисциплінарні дослідження розширюються за рахунок залучення соціальних, гуманітарних, медичних та інших знань (Klaassen, 2018). Слід зазначити, що не завжди дослідники дотримуються термінологічної визначеності при використанні наведених вище понять, тому, доволі часто, у працях як вітчизняних, так і закордонних авторів терміни "*міждисциплінарність*" та

"мультидисциплінарність", використовуються як тотожні. У подальшому, ми використовуватимемо описані терміни відповідно до контексту освітньої ситуації.

Проектно орієнтоване навчання за своєю природою є мультидисциплінарним і може працювати у рамках двох основних підходів, які співвідносяться з ідеями дивергентного та конвергентного мислення (Luxhosj & Hansen, 1996). Виділяють *проектувально орієнтоване проектне навчання*, що працює з поняттям "знаю як" – "*know how*", практичними проблемами конструювання та проектування на базі синтезу знань з багатьох дисциплін та *проблемно орієнтоване проектне навчання*, що працює з "знаю чому" – "*know why*", тобто з вирішенням теоретичних проблем через використання деяких споріднених знань. Як правило в навчальних курсах закордонних університетів впроваджуються обидва підвиди проектно орієнтованого навчання.

Аннет Колмос (Kolmos, 1996) виділяє три типи проектів, що відрізняються ступенем автономії для студентів:

- **Проект-задача.** Студентські команди працюють над проектами, теми яких були визначені викладачами. При цьому, навчальний процес відбувається в рамках традиційної орієнтованої на викладача парадигми. Такий тип проектів забезпечує мінімальну мотивацію студентів та розвитку їх навичок.

- **Дисциплінарний проект.** Викладач визначає предметну область проекту та в загальних рисах визначає підходи, які можуть при цьому використовуватися. Як правило, тема проекту та підходи до його реалізації відносяться до певної дисципліни, вивчення матеріалу якої здійснюється таким чином. Студенти можуть самостійно формулювати тему проекту в рамках визначеної предметної області та працювати над його виконанням за окресленими методиками.

- **Проблемний проект.** Студенти мають максимальну автономію в виборі тематики власного проекту та методів його вирішення.

Важливим аспектом проблемного проекту є вибір типу проблеми, що має вирішуватися. Саме цей аспект відповідає за інтеграцію проектно орієнтованого та проблемно орієнтованого навчання. Зазначимо, що в деяких працях використовується термін "*завдання*" (task), як такий, що має ширше значення (Gao, 2012). Блуменфельд та ін. (1991) виділяють низькорівневі та високорівневі завдання. Низькорівневі завдання надають студентам різні можливості для представлення знань різними способами, формулювання та вирішення проблем чи використання знань для створення певних артефактів, тоді як високорівневі пов'язані зі складними когнітивними завданнями, які надають можливості для вирішення практичних проблем.

Основними організаційними формами освітнього процесу є лекції, лабораторні (практичні) заняття та самостійна (позааудиторна) робота студентів. Зазначимо, що у випадку проектної діяльності самостійна позааудиторна робота студентів інженерних спеціальностей передбачає роботу з устаткуванням, спеціалізованим програмним забезпеченням тощо. Відповідно, вона має

здійснюватися на облаштованому робочому місці студента – у спеціалізованому приміщенні з належним матеріально-технічним і комп'ютерним оснащенням.

Важливим аспектом проектно орієнтованого навчання є переважання консультативної ролі викладача відносно студентів, що працюють над певним проектом/проблемою (Barrows, 1996). Таким чином, відбувається перехід від навчання, орієнтованого на викладача, до навчання, орієнтованого на студента (такого, що спрямовується студентом самостійно з урахуванням його освітніх потреб). Звичайно, спектр ролей, які доводиться виконувати викладачу, є набагато ширшим. У статті (Dahms, Spliid, & Nielsen, 2017) виокремлено шість основних завдань викладача:

1. Планування навчальних програм та курсів.
2. Розроблення навчально-методичних ресурсів.
3. Забезпечення студентів необхідною інформацією.
4. Представлення для студентів рольової моделі викладача та професіонала.
5. Консультування студентів у ході навчального процесу.
6. Оцінювання успішності студентів та ефективності навчання.

У проектно орієнтованому навчанні самостійна робота студентів набуває властивих проектам форм організації: проекти виконуються групами студентів, відповідно, існує внутрішній розподіл завдань та ролей між студентами як повноправними учасниками проектної діяльності. У такому випадку навчання зазнає впливу взаємодії між студентами, коли кожен із них постає в якості особи, що опрацьовує власний блок інформації та обмінюється нею з іншими учасниками.

Окрім забезпечення тісного зв'язку з реальними інженерними завданнями, при організації проектної діяльності студентів, особлива увага звертається на спосіб формулювання завдання. Варіантами можуть виступати сильноструктуровані проблеми з відомим наперед вирішенням чи слабкоструктуровані проблеми, вирішення яких потребує оригінальних підходів (Savery & Duffy, 1995).

Низка досліджень останніх років стосувалася вивчення впливу проектно орієнтованого навчання на розвиток у майбутніх інженерів компетентностей, що перебувають на стику фахових та загальних: формуванням навичок самоспрямованого навчання при застосування проектних підходів (Stewart, 2007), розвиток навичок командної роботи, спілкування, вирішення проблем, самоспрямованого навчання та підвищення впевненості студентів, що спеціалізуються в комп'ютерних науках (Dunlap, 2005). Дослідження охоплювали впровадження проектно орієнтованого навчання для різних інженерні спеціалізації: промислова інженерія (Urbanic, 2011), будівництво (Gavin, 2011), управління будівництвом (Chowdhury, 2013).

У роботі Аїди Гуерри та Анетт Колмос підкреслюється факт, що здатність демонструвати знання в галузі управління проектами зв'язана з навчальним процесом і здобувається саме під час цього процесу (Guerra & Kolmos, 2011).

В україномовній термінологічній традиції ми оперуємо до трьох різних термінів, складовими яких є слово "проект". Ще раз звернемося до них, сформувавши принципову для нашого дослідження ієрархію:

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

Відповідно до запропонованої ієрархії, провадження професійної підготовки майбутніх інженерів відбувається наступним чином: з метою контекстуалізації освітнього процесу та розвитку фахових компетентностей у сфері інженерного проектування як умова професійної підготовки обирається проектно орієнтоване навчання, причому, реалізація студентських проектів приводить до опосередкованого формування компетентностей пов'язаних з управлінням проектами, управлінням часом, здатністю працювати в моно– та міждисциплінарних колективах тощо. Вищесказане є суголосним до ідей О. Романовського, який вважає, що зміст освіти інженера має визначатися поєднанням загальноінженерних і галузевих дисциплін із спеціальною управлінською підготовкою (Романовський, 2001).

Протягом останніх років дедалі більше поширюється тенденція організації гібридного проектно орієнтованого навчання, починаючи з першого курсу (Дум, Agogino, Eris, Frey, & Leifer, 2005). Кожна зі студентських команд обирає власну тематику проекту, але при цьому лекції з методів проектування, управління проектами, технологій командної роботи проводяться одночасно. Тривалість проектів може суттєво варіюватися – від короткотермінових до таких, що тривають повний семестр чи навіть декілька семестрів поспіль. Як правило, проекти для першого року навчання спрямовані на засвоєння методології проектування. Очікуваним результатом такої проектної діяльності є зростання інтересу студентів до інженерної діяльності, формування навичок використання спеціалізованих інженерних прикладних програмних пакетів, розвиток чіткої мотивації під час вибору спеціалізації на старших курсах, формування якісної професійної основи для проектної діяльності на старших курсах.

У ході проектної діяльності студенти краще починають розуміти роль та місце інженерії в сучасному світі та її зв'язки з наукою, технікою, соціальними потребами. Важливим аспектом проектно орієнтованого навчання є зростання мотивації студентів і, відповідно, зменшення їх відтоку в процесі навчання. Звичайно, очікувати, що проектно орієнтований підхід буде порятунком від усіх проблем

сучасної інженерної освіти не доводиться, однак аналіз результатів від упровадження такого підходу визначає суттєві переваги у підготовці майбутніх спеціалістів, а саме вміння працювати в команді, що є важливою складовою фахової компетентності сучасного спеціаліста.

Водночас невирішеною залишається низка проблем, що стосуються вибору оптимальної тривалості проекту, поєднання задач у випадку міждисциплінарних проектів, організації командної роботи (зокрема, на засадах Agile-підходу), використання технологій та прикладних ситуацій для формування високорівневих компетентностей як у рамках окремих дисциплін, так і в освітніх програмах у цілому, дотримання балансу між самостійною та контрольованою діяльністю студентів, організація роботи з інформацією, розроблення прозорої та дієвої системи оцінювання досягнень студентів, що враховуватиме як якість виконаного проекту, так і те, чого студенти навчилися, виконуючи завдання.

Перспективним напрямом проектно орієнтованого навчання є проекти, орієнтовані на команди, що складаються з представників різних спеціальностей. Проте для викладачів, що безпосередньо використовують проектно орієнтовані підходи для змішаних команд, проблемним моментом є формування універсальної шкали оцінювання діяльності студентів у процесів роботи над проектом, причому така шкала повинна допомагати оцінити як роботу команди загалом, так і окремих її представників. Слід відзначити ще один фактор, що ускладнює оцінювання роботи команди: це потреба визначити, що має вищу значущість – якість виконаного проекту загалом чи якість виконаної командної роботи.

Одним з роз'яснень для такої ситуації може бути теза про те, що команда, яка ефективно працює, може розвивати стратегії, які підсилюють переваги кожного з членів команди. Відповідно, оцінюючи роботу групи студентів, викладач може надати команді можливість виставляти власні оцінки, що допоможуть відстежити перебіг командної роботи та внесок кожного з учасників проекту. Крім того, цікавим педагогічним завданням є порівняльний аналіз оцінок викладача та студентської групи, пошук можливих кореляцій.

До відкритих питань також слід віднести дослідження, що стосуються систематичної взаємодії дивергентного та конвергентного мислення, їх впливу на формування навичок критичного мислення. Одним з можливих методів є організація дослідницької діяльності студентів, що спонукатиме до використання методів аналізу й синтезу, розвитку навичок оцінювання інженерних продуктів, систем і проектів, спрямованих на їх розроблення.

1.3. Теоретичні засади професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання

Модернізація освітніх програм підготовки студентів інженерних спеціальностей з метою виконання стратегічних завдань, пов'язаних із долученням України до європейського освітнього простору, вимагає наскрізного оновлення структурних

компонентів системи професійної підготовки майбутніх інженерів і функціональних зв'язків між ними.

Професійна підготовка майбутніх інженерів розглядається як комплексний процес, спрямований на формування фахових і загальних компетентностей, включаючи здатність використовувати творчість та інноваційні підходи для проектування та забезпечення роботи об'єктів і процесів, що відповідають вимогам економіки, соціальної сфери, етики, безпеки, охорони здоров'я та сталого розвитку (рис. 1.4). Особливої ваги набуває розуміння професійної та моральної відповідальності, що нерозривно зв'язане з умінням приймати інженерні рішення, передбачаючи їх можливі наслідки (Barcelona Declaration, 2004; Coral, 2009; Guerra, 2014). Дієва система професійної підготовки майбутніх інженерів має бути гнучкою та адаптивною за своєю природою, мобільною та відкритою, відповідати передовим педагогічним та світоглядним концепціям, зокрема в частині студентоцентрованості освітнього процесу.



Рис. 1.4. Ключові аспекти сучасної інженерної освіти

Студентоцентрований підхід передбачає, що освітні програми, за якими здійснюється підготовка майбутніх фахівців, зосереджуються на результатах навчання, урахувуючи особливості пріоритетів особи, що навчається, надаючи студенту більші порівняно з традиційними підходами, можливості щодо вибору змісту, темпу, способу та місця навчання (Захарченко, та ін., 2014).

До напрацювань, значущих для формування концептуальних засад професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання, відносимо праці вітчизняних та зарубіжних дослідників, де висвітлено:

– теоретико-методологічні основи філософії освіти В. Андрущенко, Б. Гершунський, І. Зязюн, В. Кремень та ін.;

- концептуальні й теоретико-методологічні проблеми неперервної професійної освіти (С. Гончаренко, Р. Горбатюк, Р. Гуревич, Г. Дутка, А. Кузьмінський, В. Курок, П. Лузан, Н. Ничкало, С. Сисоєва);
- компетентнісний підхід (І. Бех, Н. Бібік, Л. Бірюк, І. Зимня, В. Луговий, О. Овчарук, О. Пометун, Дж. Равен, Н. Тарасенкова, Ю. Татур, А. Хуторської та ін.);
- використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі (В. Биков, Б. М. Жалдак, В. Клочко, Н. Морзе, С. Раков, С. Семеріков, О. Співаковський та ін.);
- концептуальні основи інженерної освіти (М. Згуровський, О. Коваленко, М. Лазарєв, Е. Лузік, О. Романовський, І. Сліпухіна, Л. Товажнянський).

Здійснені дослідження свідчать про сформованість методологічного й теоретичного підґрунтя для впровадження проектно орієнтованого навчання як стрижневої лінії системи професійної підготовки майбутніх інженерів. Поруч із цим поза увагою дослідників залишилися проблема скоординованого формування фахових і загальних компетентностей майбутніх інженерів в умовах інтеграції проектної та інших видів освітньої діяльності студентів упродовж усього циклу освітньої програми. У контексті зазначеної проблеми потребують розкриття питання неостаточного характеру освітніх програм підготовки майбутніх інженерів і необхідності їх перманентних змін; моніторингу освітніх програм із урахуванням як освітніх потреб, так і потреб інженерної практики; визначення програмових результатів навчання для проектної діяльності студентів, що поєднується з іншими видами освітньої діяльності.

Професійна компетентність майбутніх інженерів трактується як поєднання глибоких фахових знань фундаментальних й інженерних наук, інженерного аналізу і досліджень, інженерного проектування, інженерної практики та здатності до самоспрямованого навчання, навичок планувати власну діяльність у часі та просторі, навичок комунікації та співпраці. Механізми імплементації системи професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання мають ґрунтуватися на поєднанні діяльності викладачів ЗВО та адміністративно-управлінських заходів (Луценкоб 2017б; Луценко, 2018).

Визначаючи основні напрями наукового пошуку, наголосимо, що професійна підготовка майбутніх інженерів невідривно пов'язана з філософськими засадами сучасної науково-інженерної картини світу та особливостями провадження інженерної діяльності в постіндустріальну епоху. У контексті нашого дослідження особливої ваги набуває встановлення тісних та розгалужених зв'язків між наукою та виробничою сферою та, відповідно, визначення потенціалу міждисциплінарних проектів, що вимагають тісної взаємодії експертів з різних галузей.

Серед психолого-педагогічних засад професійної підготовки майбутніх інженерів на засадах проектно орієнтованого навчання слід виділити конструктивізм та когнітивізм. Сучасні ідеї конструктивізму ґрунтуються на працях Д. Дьюї, Д. Брунера, Л. Виготського, С. Рубінштейна, Ж. Піаже, Д. Колба та ін. В умовах упровадження ідей конструктивізму в освітню практику студенти активно

залучаються до освітнього процесу, формуючи знання у власній свідомості та продукуючи нове розуміння в когнітивних структурах. На рівні методичних аспектів конструктивістський підхід виражається в організації командної роботи майбутніх фахівців з метою забезпечення соціального виміру освіти; гнучкості освітніх програм та їх спрямованості на результати навчання; студентоцентрованості освітніх програм і підходів; заглибленні освітньої діяльності в контекст реальних інженерних проблем.

Інтегруючи наведене вище, ми виділили основні положення, відповідно до яких має здійснюватися професійна підготовка майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання:

1. Система професійної підготовки майбутніх інженерів має бути гнучкою та адаптивною, відобразити філософські засади формування сучасної науково-інженерної картини світу та перманентну еволюцію взаємозв'язків між наукою, технікою та інженерною діяльністю. Відповідно, система професійної підготовки майбутніх інженерів повинна враховувати мультидисциплінарну природу інженерної діяльності та її розгалужені зв'язки з усіма сферами людської діяльності. Також у ній повинні знаходити відображення ідеї сталого розвитку та «зеленої інженерії», що дозволить забезпечити відповідність української вищої інженерної освіти сучасним суспільним тенденціям.

2. Професійна підготовка майбутнього інженера має бути гуманістично спрямованою й особистісно орієнтованою, здійснюватися на засадах компетентнісного і діяльнісного підходів, забезпечуючи повноцінний розвиток та реалізацію потенціалу студентів інженерних спеціальностей, підвищення їхньої конкурентоспроможності на ринку праці. Вищесказане відповідає засадам сучасної філософії освіти, що вказують на значущість неперервного розвитку професійного досвіду фахівців різних профілів, наголошуючи на формуванні особистості з розвиненим інтелектуальним потенціалом, наділеної свідомим ставленням до світу та власної професійної діяльності, готової до постійного вдосконалення професійних та особистісно значущих якостей на засадах самоспрямованого навчання та освіти впродовж життя.

3. Професійна підготовка майбутніх інженерів є складовою (підсистемою) системи вищої освіти України й має враховувати як чинні парадигми, стандарти та рекомендації, так і передові ідеї науковців та викладачів-практиків.

Вищесказане є актуальним для української системи вищої інженерної освіти, що зберігає переважну спрямованість на традиційну предметно орієнтовану парадигму у сфері організації освітнього процесу та знаннєву парадигму, коли мова йде про наповнення освітніх програм, а також характеризується високим рівнем бюрократизації освітнього процесу та пріоритетом формальних вимог до організації навчання над об'єктивними потребами, що в підсумку шкодить якості підготовки майбутніх фахівців.

Відповідно, при пошуку шляхів модернізації освітніх програм підготовки майбутніх інженерів недостатньо звертати увагу на оновлення лише змістових

компонентів чи впровадження окремих інноваційних форм освітньої діяльності, оскільки це не забезпечить повноцінності й системності процесу модернізації освітніх програм. Першочерговим завданням є компетенізація освітнього процесу і скоординоване впровадження інноваційних педагогічних технологій, що дозволить адаптувати систему професійної підготовки майбутніх інженерів до змін і допоможе їй успішно відповідати на виклики, що виникають в економічній, соціальній, науковій сферах тощо.

4. Концепція професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання ґрунтується на загальнодидактичних та спеціальних принципах, зокрема орієнтації на професійну інженерну діяльність, системності й послідовності, фундаментальності, професійної спрямованості, професійної мобільності.

5. Базовою складовою пропонованої системи професійної підготовки майбутніх інженерів є проектно орієнтоване навчання. Сутність проектно орієнтованого навчання розкривається за допомогою наведених нижче положень:

- проектна діяльність студентів передбачає вирішення проблем; проблеми слугують вихідною точкою організації навчальної проектної діяльності студентів, її організації та управління нею, що є передумовою інтегрованого впровадження проектно орієнтованого та проблемно орієнтованого навчання, причому проблемно орієнтоване навчання відповідає за вибір загальної освітньої стратегії, а проектно орієнтоване навчання визначає організаційні аспекти освітніх програм підготовки майбутніх інженерів;

- фахові та загальні компетентності майбутніх інженерів формуються в контексті професійної діяльності, для якої важливими є як практичні аспекти, так й абстрактні уявлення, що сприяє розвитку конвергентно-дивергентного мислення;

- конструктивізм і когнітивізм є теоретичною основою проектно орієнтованого навчання, виражаючись в організації роботи майбутніх інженерів у групах з метою забезпечення соціального виміру освіти; гнучкості освітніх програм та їх спрямованості на результати навчання; заглиблення навчальної діяльності в контекст реальних інженерних проблем;

- орієнтація проектів на вирішення проблем пов'язана з розвитком у студентів метакогнітивних здатностей, пов'язаних із вирішенням нових завдань у контексті попереднього досвіду;

- проектно орієнтоване навчання як умова професійної підготовки майбутніх інженерів спрямовується на розвиток професійних навичок, які є високозатребуваними на ринку праці, а саме: критичне мислення та спроможність аналізувати та вирішувати складні проблеми, опрацьовуючи інформацію з різних джерел; уміння працювати спільно в командах та невеликих групах; універсальні та ефективні навички комунікації.

Різноманіття способів упровадження проектно орієнтованого навчання, особливості національних систем вищої інженерної освіти та перманентна еволюція вимог до підготовки випускників інженерних спеціальностей відкривають перед

викладачами широкі можливості для вибору і/чи конструювання таких видів навчальної діяльності, які забезпечать максимально ефективні результати за заданих умов. Відзначимо, що така діяльність викладачів за своєю природою теж є проектуванням, оскільки особливості освітнього середовища в кожному з окремих випадків визначаються об'єктивними умовами: кількістю студентів, рівнем їх підготовки, програмним і матеріально-технічним забезпеченням тощо.

6. Система професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання повинна відповідати холістичній природі освітнього процесу, інтегруючи інноваційні педагогічні технології та заглиблюючи їх у реальний освітній процес, забезпечуючи таким чином перенесення теоретичних знань та умінь у сферу професійної діяльності. Для ефективного функціонування системи професійної підготовки необхідним є забезпечення таких аспектів:

- пізнавальний аспект (утвердження проблемних завдань як відправної точки для проектної діяльності студентів; вибір проблемних завдань, що відповідають контексту освітньої програми і ґрунтуються на поточному досвіді студентів);

- змістовий аспект (переструктурування навчальної інформації в рамках освітніх програм, розбудова розвинутих міждисциплінарних зв'язків, зв'язків між освітніми компонентами й між теорією і практикою, узгодження змістового наповнення навчальних дисциплін та тематики проектної діяльності студентів);

- організаційний аспект (організація навчальної діяльності студентів у групах; забезпечення системного методичного супроводу навчальної діяльності студентів з використанням сучасних навчальних середовищ);

- технологічний аспект (вибір та впровадження сучасного ПЗ широкого спектру призначення і лабораторного оснащення, що використовується як під час вирішення завдань проекту, так і для його організації);

- моніторинговий аспект (оцінювання ефективності чинних освітніх програм загалом та окремих освітніх компонентів, розроблення відповідних критеріїв).

З метою деталізації теоретичних засад професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання, ми звернулися до *принципів навчання у вищій школі*, які визначаються цілями і завданнями навчання та впливають на вибір форм і методів навчання (Фіцула, 2010; Курлянд, Хмелюк, Семенова, Бартенєва, & Богданова, 2007; Курлянд, 2012; Кузьмінський, 2005; Кузьмінський & Омеляненко, 2006). Власне зміст принципів зв'язаний з основними інваріантними вимогами до освітнього процесу, а їх дотримання забезпечує реалізацію завершеного циклу освітньої діяльності від визначення мети до моніторингу отриманих результатів.

Загальнодидактичні (загальнонаукові) принципи є спільними для організації освітнього процесу незалежно від освітнього ступеню. До загальнонаукових принципів навчання у сучасній дидактиці належать наступні:

- науковості;

- систематичності та послідовності;
- доступності навчання та врахування індивідуальних особливостей студентів;
- зв'язку навчання з практичною діяльністю і реаліями життя;
- свідомості;
- самостійності й активності навчання;
- наочності;
- ґрунтовності;
- емоційності навчання.

У випадку професійної освіти до загальнодидактичних принципів додаються, так звані, специфічні принципи навчання, серед яких (Фіцула, 2010):

- єдності наукової і навчальної діяльності;
- участі студентів у дослідницькій роботі;
- органічної єдності теоретичної і практичної підготовки студентів;
- урахування особистих можливостей студентів;
- спільної діяльності та взаємодії викладача і студента;
- професійної спрямованості навчально-пізнавальної діяльності.

Низкою авторів запропоновано дещо інший підхід до виокремлення групи специфічних принципів навчання (Курлянд, Хмелюк, Семенова, Бартенева, & Богданова, 2007; Туркот, 2011). Запропонований перелік включає принципи:

- орієнтованості вищої освіти на розвиток особистості майбутнього фахівця;
- відповідності змісту вищої освіти сучасним та прогнозованим тенденціям розвитку науки, техніки і виробництва;
- забезпечення неперервної освіти, інформатизації, технічної та технологічної забезпеченості освітнього процесу;
- оптимального співвідношення загальних, групових та індивідуальних форм організації навчального процесу у ЗВО;
- відповідності результатів підготовки спеціалістів вимогам, що висуваються конкретною сферою їх професійної діяльності, забезпечення їх конкурентоспроможності;
- раціонального застосування сучасних методів та засобів навчання на різних етапах підготовки фахівців.

Наголосимо, що серед авторів педагогічної літератури немає цілковитої однастайності щодо кількості специфічних принципів навчання, способів їх формулювання та тлумачення. Така ситуація зумовлена внутрішніми чинниками, до яких належить постійний розвиток досліджень в сфері дидактики, й зовнішніми, коли принципи навчання видозмінюються оскільки змінюються вимоги до освітнього процесу. Тому, на нашу думку, доцільно також звернутися до принципів, що зумовлюються особливою природою системи професійної підготовки в системі вищої освіти.

Серед таких принципів виділимо:

- принцип професійної спрямованості (А. Барабанщиков, В. Биков, В. Сергієнко та ін.),
- принцип фундаменталізації (С. Гончаренко, Г. Дутка, В. Кондратьєв, Е. Лузік, С. Семеріков, О. Субетто, М. Чіталін та ін.);
- принцип професійної мобільності (Ю. Кисельов, В. Лісіцин та ін.).

Зазначимо, що професійна підготовка майбутніх інженерів у сучасних умовах характеризується наступними факторами (Maffioli & Augusti, 2003):

- проектування об'єктів, процесів та систем як основа професійної інженерної діяльності;
- високий ступінь інтеграції природничо-наукових, математичних та професійних знань;
- потреба в розвинутих загальних компетентностях (комунікація та співпраця, робота в команді, управління проектною діяльністю, робота з інформацією тощо);
- самоспрямоване навчання як елемент підготовки випускників ЗВО до освіти упродовж життя.

Зважаючи на об'ємність наведеного переліку принципів навчання у вищій школі та принципів розвитку професійної освіти, а також наявність перетинів за окремими позиціями, вважаємо за доцільне деталізувати їх та запропонувати певні узагальнюючі принципи спрямовані на дотримання факторів наведених вище.

Принцип орієнтації на професійну інженерну діяльність, тлумачення якого узгоджується з CDIO-принципом провадження інженерної освіти в контексті реальної інженерної практики. Запропонований принцип орієнтації на професійну інженерну діяльність підкріплюється принципами органічної єдності теоретичної і практичної підготовки студентів (зв'язку навчання з практичною діяльністю і реаліями життя).

Проаналізувавши праці дослідників різних країн як умови реалізації принципу орієнтації на професійну інженерну діяльність ми виділяємо наступні (Похолков, 2012; Crawley, Malmqvist, Ostlund, Brodeur, & Edstrom, 2014):

- конкретизація завдань освітньої програми з урахуванням компетентнісного підходу та програмних результатів навчання за відповідним профілем підготовки, включаючи план інтеграції фахових та загальних компетентностей, причому до їх визначення мають залучатися всі зацікавлені сторони (роботодавці, викладачі, управлінці, студенти);
- модернізація освітніх програм шляхом включення видів навчальної діяльності (проектів), яка спрямована на вирішення інженерних проблем та реалізацію проектів реального світу;
- модернізація освітніх програм таким чином, щоб навчальні плани містили взаємозв'язки як між навчальними дисциплінами, так і між навчальними

дисциплінами й іншими видами навчальної діяльності студентів (проектами), розвиток міждисциплінарних підходів;

- розробка програмних результатів навчання для різних видів навчальної діяльності та ефективної системи їх оцінювання;
- використання орієнтованих на практику педагогічних технологій, що ґрунтуються на використанні методології проектно орієнтованого та проблемно орієнтованого навчання;
- упровадження колективних методів роботи студентів на засадах гнучкої методології управління проектами;
- системний розбудова інфраструктури для організації проектної діяльності студентів (робочого місця студента), що сприятиме розвитку практичних навичок роботи з обладнанням і програмним забезпеченням і відповідатиме ідеям самоспрямованого навчання;
- залучення представників роботодавців до підготовки майбутніх інженерів як консультантів студентських проектів.

Утілення на практиці принципу **орієнтації на професійну інженерну діяльність** несуперечливо зв'язане з дотриманням дидактичного принципу **системності й послідовності**, який вимагає в реалізації змісту навчання, використанні технологій, методів та форм організації базуватися на попередньо засвоєному матеріалі та створювати фундамент для засвоєння наступних знань (Курлянд, 2012). Відповідно до трактування наведеного вище, основна увага зосереджується на змістовому наповненні, тоді як, на нашу думку, послідовно та систематично мають формуватися та розвиватися не лише фахові компетентності, а й загальні (інструментальні, міжособистісні та системні).

Прикладом такого системного та послідовного розвитку є впровадження студентських проектів на всіх курсах навчання, з їх поступовим ускладненням і делегуванням студентам все більшої відповідальності за реалізацію проектів; перехід від сильноструктурованих проблем до слабкоструктурованих, що не мають наперед відомого вирішення; від монодисциплінарних до міждисциплінарних (мульти-, інтер-); від команд, що об'єднують студентів однієї спеціальності до команд з представниками з різних галузей чи команд, керівництво якими здійснюють викладачі з різних спеціальностей тощо. Таким чином, забезпечуватиметься професійна підготовка в умовах інтеграції природничо-наукових, математичних та професійних знань.

Умовою реалізації принципу системності й послідовності є впровадження гібридного навчання, коли в кожному семестрі заняття, що проводяться у традиційній формі й забезпечують системне та послідовне формування знань з дисциплін природничо-наукового та професійного циклів, обов'язково поєднуються з проектною діяльністю, на яку відведено певний обсяг кредитів.

У рамках нашого дослідження особлива роль відводиться **принципу фундаменталізації**. Як було зазначено вище, протягом багатьох років у системі підготовки майбутніх інженерів переважало трактування фундаментальності як

зосередженості на поглибленому вивченні дисциплін природничо-математичного циклу. Однак таке тлумачення й використання принципу фундаменталізації не дозволило уникнути проблем з надмірною теоретизацією процесу підготовки майбутніх інженерів, що суперечить практичній природі інженерної діяльності та специфіці її провадження, яка зв'язана з дотриманням ідей сталого розвитку, урахування соціальних, економічних та гуманітарних чинників.

На нашу думку, дискусії, що тривають навколо трактування терміну фундаментальність, значною мірою відображають таке тривале протистояння двох підходів до змісту професійної підготовки майбутніх інженерів. Класичним побажанням представників традиційного погляду на фундаментальність (як на фундаментальність наукових знань) й обов'язковою умовою модернізації освітніх програм вважається збільшення обсягу та ролі дисциплін загальнонаукового циклу (фізики, математики, хімії тощо). Однак, як зазначає С. Гончаренко (2006), бурхливий розвиток науки і техніки спричинив лавиноподібне зростання знань, що, своєю чергою, привело до вичерпання ресурсів екстенсивного розвитку професійної освіти. З іншого боку, надмірна прагматизація професійної освіти приводить до звуження засад на яких має здійснюватися підготовка майбутніх фахівців в умовах сучасності, що суперечить принципам "зеленої" інженерії та ідеям освіти для сталого розвитку. Таким чином, завданням є взаємно несуперечливе використання принципів орієнтації на професійну інженерну діяльність та фундаменталізації.

Г. Дутка стверджує, що сутність принципу фундаментальності розкривається через наступні положення, що узагальнюють існуючі підходи до трактування фундаментальності знань (Дутка, 2006, с. 31):

- "фундаментальність наукового знання не зводиться до науково-раціонального знання, вона припускає й наукову інтуїцію;
- фундаментальне знання – це знання, звернене до законів, за якими функціонує і розвивається світ поза людиною і світ усередині людини;
- фундаментальність знань означає їх універсальність, спрямованість на сприйняття світу як цілого; холістичність системи знання є найважливішим критерієм його фундаментальності".

М. Ковтонюк виділяє три групи критеріїв відбору фундаментального змісту для системи підготовки майбутніх учителів: внутрішні, зовнішні і критерії міждисциплінарних зав'язків (Ковтонюк, 2012). Уважаємо, що запропонований підхід доцільно поширити й на випадок інженерної освіти. До внутрішніх критеріїв відбору ми віднесемо високу наукову і практичну значущість змісту освітнього матеріалу, що включається в кожну, окремо взяту, навчальну дисципліну, систему навчальних дисциплін і видів діяльності студентів; відповідність обсягу змісту наявному часу на вивчення даної дисципліни. Зовнішніми критеріями є відповідність вимогам, які накладаються сучасним світом на провадження інженерної діяльності; урахування міжнародного досвіду побудови змісту професійної підготовки майбутніх інженерів; відповідність змісту рівню технічного й програмного оснащення робочих місць студентів; зв'язок навчальної дисципліни і студентських проектів з дисциплінами

циклів математичної, природничо-наукової, професійної та соціально-гуманітарної підготовки.

Уведення критерію міждисциплінарних зв'язків та постдисциплінарного синтезу зумовлені необхідністю формування у студентів інженерних спеціальностей цілісної системи знань (Курок В. П., 2015а; Курок В. П., 2015б):

Реалізація принципу орієнтації на професійну інженерну діяльність зв'язана також із забезпечення умов реалізації принципу **професійної спрямованості**, який традиційно вважається одним з основних для системи професійної освіти. Професійна спрямованість може розглядатися через призму ставлення особистості до обраного фаху, як професійне забарвлення загальної освіти та як наповнення професійної підготовки технічними й соціальними аспектами, що призводить до вирізнення дослідниками таких понять як *"професійна спрямованість"*, *"професійна спрямованість особистості"*, *"професійна спрямованість навчання"*, *"професійна спрямованість навчання фундаментальних дисциплін"* (Туриця, 2013).

Професійну спрямованість особистості Л. Сподін визначає як *«складний комплекс психічних властивостей і станів, що спонукає до навчальної і виробничої діяльності та обумовлює професійний вибір, процес оволодіння професією, самореалізацію в ній і характеризується мотивами вибору професії та вищого закладу освіти, інтересами та нахилами до майбутньої професійної діяльності, професійними намірами, ціннісними орієнтаціями, пов'язаними з майбутньою професійною діяльністю, стійким позитивним ставленням до професії, усвідомленням професійного самовизначення, самооцінкою професійних здібностей, інформованістю про зміст професії і умови професійної діяльності»* (Сподін, 2001, с. 6). Дотримання принципу професійної спрямованості є важливим засобом розвитку в майбутнього фахівця інтересу до професійної діяльності й оволодіння професією і, згодом, формуванням готовності до самостійної професійної діяльності (Туриця, 2013). Зазначимо, що мова йде не про відокремлену професійну спрямованість навчання вищої математики, фізики чи іноземних мов, як це детально висвітлено в низці праць вітчизняних дослідників, а про підхід, який об'єднує всі елементи освітньої програми, уключаючи контекстуалізацію професійно орієнтованих дисциплін (Курок В. П., 2015а).

Упровадження принципу професійної спрямованості вимагає удосконалення змістових і процесуальних компонентів освітніх програм в контексті їх спрямованості на розвиток мотиваційно-вольового компоненту професійної компетентності.

В умовах долучення України до світового освітнього простору, а українських випускників до світового ринку праці, важливістю набуває **принцип професійної мобільності**, який передбачає швидке засвоєння нових видів діяльності та оновлення вже відомих, у контексті адаптації професійної підготовки майбутніх інженерів до змін, що виникають у професії та в суспільстві загалом. Указаний принцип зв'язаний зі здатністю студентів до самонавчання та розумінням цінності освіти упродовж життя.

1.4. Практичні аспекти професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання

Основоположним елементом педагогічної системи є обрана мета, спрямованість на досягнення якої є ключовим завданням при впровадженні такої системи в освітню діяльність. Загальна мета системи освіти є комплексним поняттям, що визначається у рамках домінантної освітньої концепції й у випадку української системи вищої освіти має виразно гуманістичне спрямування. При цьому на перший план виходять завдання реалізації потреби особистості в інтелектуальному, культурному й етичному розвитку, створення умов для професійного зростання та вдосконалення (Кремень, 2008).

З іншого боку, мета освіти конкретизується й деталізується відповідно до потреб суспільства щодо підготовки фахівців певного профілю. Приєднання України до Болонського процесу відбувалося на тлі критичних змін економіки України та суспільного життя. Протягом останнього десятиліття сформувалося стійке переконання, що випускники ЗВО мають бути підготовлені до успішної професійної діяльності у швидкозмінному світі, що також пов'язано з новою соціальною роллю університетів як центрів неперервної освіти впродовж життя, завданням яких є підготовка висококваліфікованих спеціалістів. Такий погляд відповідає ключовим світовим тенденціям у сфері інженерної освіти й освіти загалом.

На період 2016 українські роботодавці вважали найбільш затребуваними якостями: уміння працювати в команді, комунікабельність, вирішення комплексних проблем, аналітичне мислення, здатність швидко навчатися, адаптивність/гнучкість, відповідальність, ініціативність, грамотну письмову й усну мову й емоційний інтелект (Зінченко, Саприкіна, 2016). Дійсно, сучасні інженерні проблеми мають комплексний характер і, відповідно, ринок праці орієнтований на інженерів, здатних вирішувати технічні проблеми, управлінські, техніко-економічні, організаційні та інші завдання. При цьому випускники інженерних спеціальностей повинні бути наділені комунікативними навичками, вмінням працювати в команді та володіти інженерним проектуванням, розуміти соціальні й технологічні умови, за яких здійснюється проектування (Dym, 2006; Litzinger, Latucca, Hadgraft, & Newstetter, 2011).

Під час опитування українських роботодавців у 2016 році, дослідники виявили, що українські компанії, на жаль, не мають чітко сформульованого бачення потреб фахівців і їх навичок у перспективі 2030 року (Зінченко, Саприкіна, 2016). Отриманий за результатами опитування перелік якостей працівників, частково перетинається з переліком для 2016 року, наведеним вище, включаючи: уміння працювати в команді, рішення комплексних проблем, аналітичне мислення, здатність швидко навчатися, ініціативність, емоційний інтелект, критичне стратегічне мислення, уміння управляти проектами та змінами. На передній план виходять критичне мислення й проектний підхід. Побіжним наслідком опитування є свідчення відсутності довготермінового планування бізнес-перспектив у нашій країні.

Поряд з цим, відповідно до опитування, що було здійснено в 2013 році компанією СКМ (СКМ, 2013), українські стейкхолдери сформулювали наступні рекомендації для закладів вищої освіти:

- зосередження освітніх програм підготовки майбутніх фахівців на практичних проблемах та підготовці;
- планування кваліфікацій та реформування навчальних планів з урахуванням потреб ринку праці, залучення викладачів із значимим практичним досвідом.

Реалізація обраної мети функціонування педагогічної системи здійснюється шляхом узгодження всіх її складових в умовах реального освітнього процесу, учасниками якого є викладачі та студенти. Таким чином, деталізуючи цілі, зміст, форми, методи, засоби навчання, інноваційні технології, інформаційні й технологічні аспекти тощо, ми маємо також визначати сутність діяльності викладачів і студентів та їх зв'язки з кожною зі складових.

Наголосимо, що в педагогічних дослідженнях використовуються різні способи визначення й деталізації цілей освіти, що знаходить відображення у підходах до розроблення та модернізації освітніх програм. На нашу думку, визначаючи цілі навчання, неможливо обмежуватися розрізненим описом нормативного змісту підготовки, діяльності викладача й студентів тощо, адже це суперечить компетентнісній парадигмі, відповідно до якої успішність завершення освітньої програми визначається у термінах програмових результатів.

У таблиці 1.2 наведено приклад зіставлення педагогічних цілей та програмових результатів навчання, досягнення яких можливе в умовах проектно орієнтованого навчання (Lutsenko & Lucenko, 2018).

Розроблення програмових результатів навчання передбачає використання певної таксономії. У загальному розумінні поняття таксономії трактується як поділ на впорядковані групи чи категорії або класифікація чи категоризація сутностей (Луценко, 2017б).

Для визначення рівня сформованості навичок в освітній сфері використовуються різні види таксономій: когнітивна таксономія Блума, що є найпоширенішою, модифікована таксономія Андерсона, SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes), технічна таксономія Файзеля-Шмітца, таксономія Фінка (Johansson, Larsson, & Wingard, 2007; O'Neill & Murphy, 2010).

Таксономія освітніх цілей Блума була розроблена групою вчених під керівництвом Бенджаміна Блума в 50-х роках ХХ століття. Для різних типів діяльності дослідниками було виділено три домени:

- когнітивний, що стосується знань та мислення;
- емоційний, що містить особистісні якості та цінності;
- психомоторний, що описує навички в сенсі рухової діяльності.

Для когнітивного домену в таксономії Блума виділяється шість рівнів: знання (knowledge), розуміння (comprehension), застосування (application), аналіз (analysis), синтез (synthesis) та оцінка (evaluation).

Приклад узгодженого планування педагогічних цілей та відповідних результатів навчання

Педагогічні цілі	Результати навчання
Контекстуалізація освітнього процесу шляхом створення умов, близьких до умов професійної діяльності, включаючи взаємодію із замовниками та командою проекту	Бути здатним формулювати інженерні проблеми та обирати коректні методи вирішення, здатність ефективно спілкуватися з експертами з різних сфер
Забезпечити залучення студентів до проектування власної навчальної траєкторії	Бути здатним до незалежної організації власного освітнього процесу та управління ним у контексті освіти впродовж життя
Забезпечити залучення студентів до пошуку та обробки інформації в умовах вирішення слабкоструктурованих проблем	Бути здатним здійснювати пошук літератури та використовувати різні джерела інформації, верифікувати та аналізувати інформацію
Створення умов для впровадження ітераційних підходів проектного менеджменту	Бути здатним планувати, виконувати проекти та управляти ними
Підтримка студентів у створенні оригінальних інженерних рішень та ідей (наприклад, у формі стартапів) та щодо участі в конкурсах і грантових програмах	Бути здатним оцінити потенціал впровадження власних розробок у реальному житті
Залучення студентів до участі в наукових дослідженнях	Бути здатним усвідомити важливість та перспективи наукових досліджень

У 90-х роках ХХ століття Л. Андерсон запропонував оновлений варіант таксономії Блума, який оптимальніше враховував потреби освітньої сфери, пов'язані з планування навчальних планів. Зміни стосувалися формулювань рівнів та відповідних дієслів, що використовуються для позначення активності студентів. У таксономії Л. Андерсона використовуються такі рівні (рис. 1.5):

- створення (creating) – здатність поєднувати елементи, формуючи взаємопов'язане і функціональне ціле; реорганізувати елементи в нові патерни чи структури;
- оцінювання (evaluating) – здатність виносити судження на основі певних критеріїв чи стандартів, оцінюючи значення матеріалу для конкретної цілі;

- аналіз (analysis) – здатність розподіляти матеріал на відокремлені частини та визначати, як ці частини співвідносяться між собою та з загальною організаційною структурою і її призначенням;
- застосування (applying) – здатність використовувати вивчені процедури в заданій ситуації та за нових умов;
- розуміння (understanding) – здатність розуміти та інтерпретувати матеріал, у тому числі усну, письмову та графічну комунікацію;
- запам'ятовування (remembering) – здатність запам'ятати та відтворити вивчену інформацію з довготермінової пам'яті.

Аналіз, оцінювання та створення відносяться до мисленевих новичок вищого порядку (англійською мовою відповідником є *"higher order thinking skills"*), а запам'ятовування, розуміння і застосування – навичок базового характеру (*"lower order thinking skills"*). Мислення вищого порядку вимагає від людини вміння визначати пріоритети, брати на себе індивідуальну відповідальність, уміти працювати з інформацією й оцінювати мисленеві процеси (Ковальчук, та ін., 2007).

До цих рівнів було додано виміри для типів знань: фактичні, концептуальні, процедурні, метакогнітивні (O'Neill & Murphy, 2010).



Рис. 1.5. Таксономія Блума-Андерсона

Фактичні знання є базовими фактами, необхідними для ознайомлення з дисципліною чи вирішення проблеми. Концептуальні знання описують зв'язки між базовими фактами в рамках великої структури, дозволяючи їй функціонувати як єдине ціле. Процедурні знання – це інформація про способи виконання діяльності, методи дослідження та критерії використання навичок, алгоритмів, методик і методів. Метакогнітивні знання – знання про пізнання загалом та усвідомлення і знання про власне пізнання.

Поширеним варіантом у системі вищої освіти є SOLO таксономія, розроблена Дж. Біггсом та К. Коллінзом у 1982 році (Johansson, Larsson, & Wingard, 2007), в якій

теж використовується п'ять рівнів, кожен з яких відповідає вищому рівню підготовки: доструктурний, одноструктурний, багатоструктурний, реляційний та абстрактний рівні (таблиця 1.3) (O'Neill & Murphy, 2010).

Таблиця 1.3

SOLO Таксономія

Рівень	Опис	Дієслова
Доструктурний	Некомпетентний, нічого не знає про предмет	-
Одноструктурний	Один релевантний аспект є відомим	Перерахувати, назвати запам'ятований матеріал
Багатоструктурний	Декілька релевантних аспектів є відомими	Описати, класифікувати, поєднати
Реляційний	Аспекти знання є інтегрованими у структуру	Проаналізувати, пояснити, інтегрувати
Розширений абстрактний	Знання є узагальненими у новий домен	Передбачити, осмислити, теоретизувати

Технічна таксономія Файзеля-Шмітца (Feisel-Schmitz taxonomy) також подібна до таксономії Блума, але адаптована до потреб інженерно-технічної освіти. У рамках таксономії Файзеля-Шмітца використовуються п'ять рівнів: оцінити (judge), вирішити (solve), пояснити (explain), розрахувати (compute), визначити (define). Деталізуємо опис кожного з рівнів.

1. *Оцінити*. Бути здатним критично оцінити множину рішень та обрати серед них оптимальне.

2. *Вирішити*. Методами аналізу чи синтезу розробити модель системи, ввести зміни до існуючої моделі, запропонувати власні ідеї.

3. *Пояснити*. Викласти концепцію власними словами, пояснити процедуру, що використовується, обговорити результати.

4. *Розрахувати*. Уміння діяти згідно з певними правилами, змінювати дані в рівнянні, використовувати готові рішення.

5. *Визначити*. Дати визначення чи описати явище з якісного чи кількісного поглядів.

На відміну від попередніх таксономія Фінка є неієрархічною (O'Neill & Murphy, 2010). Її структура дозволяє описувати цілі навчання на перетині когнітивного й емоційного доменів, що уподібнює її до модифікованої таксономії Андерсона в сенсі метакогнітивних якостей (навчитися вчитися). Таксономія Фінка включає більше афективних аспектів, таких як «людський вимір», «увага» тощо.

Таксономія Фінка включає такі рівні:

- базові знання – розуміння та запам'ятовування (назвати, скласти список, описати);
- застосування – критичне, творче та практичне мислення, вирішення проблем (проаналізувати, інтерпретувати, застосувати);

- інтеграція – побудувати зв'язки між ідеями, предметами, людьми (описати, інтегрувати);
- людський вимір – розуміння себе та здатність змінювати себе; розуміння та взаємодія з іншими (рефлексія, оцінка);
- увага – ідентифікація/зміна чітких почуттів, інтересів, цінностей (рефлексія, інтерпретація);
- уміння навчатися – навчання того, як запитувати та відповідати на запитання, самоспрямоване навчання (критика, аналіз).

На нашу думку, в умовах, коли узгодження українських освітніх програм підготовки майбутніх інженерів з відповідними європейськими перетворюється з віддаленої цілі на реальну необхідність, що підтверджується, зокрема, інтенсифікацією академічної мобільності студентів та відкриттям програм подвійних дипломів, використання ключових слів певної таксономії (за спільним вибором) дозволить спростити процедуру зіставлення програмових результатів (Луценко, 2017б; Lutsenko, 2018).

Таксономія Блума є одним з інструментів, що використовуються для формулювання коректних педагогічних завдань у рамках моделі ABCD. Модель ABCD означає наступне (Ковальчук, та ін., 2007):

- A – audience (аудиторія);
- B – behavior (поведінка);
- C – conditions (умови);
- D – degree of achievement (рівні досягнень).

Кожен із компонентів використовується для розуміння того, що студенти мають продемонструвати на певному етапі навчання. Говорячи про аудиторію, слід оцінити досвід, знання, наявні установки та готовність студента. Для опису очікуваної поведінки й використовуються дієслова з певної таксономії. Наприклад, для демонстрації запам'ятовування знань використовуються дієслова: перерахувати, пояснити, ідентифікувати. Для демонстрації застосування: вираховувати, проілюструвати, показати, а для демонстрації навичок мислення вищого порядку: змінювати, аналізувати, систематизувати, обґрунтувати тощо. Опис умов потрібний для встановлення того які ресурси або обмеження існують для виконання завдання. Для визначення рівню досягнення використовуються чіткі й однозначні критерії. Наприклад, кількості виконаних завдань (4 з 5, 6 за десять хвилин тощо), якості (без помилок, 80% тощо), часу (до завершення заняття).

Процедура оцінювання навчальних досягнень студентів для окремих освітніх компонентів має бути предметом активного обговорення для всіх викладачів, залучених до організації проектно орієнтованого навчання. Детальний опис системи оцінювання має бути прозорим, зрозумілим, обґрунтованим та доступним для студентів від початку занять (Kolmos, de Graaff, & Du, 2009), що відповідає Стандартам та рекомендаціям щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти. За можливості, оцінювання результатів навчальної діяльності здійснюється колегіально (більш ніж одним викладачем) (ЕНЕА, 2015).

Надзвичайно важливо вибудувати раціональний підхід, у рамках якого буде можливим оцінити рівень сформованості не лише фахових компетентностей, а й загальних. Зазначимо, що оцінювання рівня сформованості загальних компетентностей, таких як, наприклад, здатність працювати в команді чи проводити зустрічі є складнішим завданням, аніж оцінювання знань студентів традиційними методами (Powell, 2004). У зв'язку з цим слід ще раз наголосити на важливості відповідального ставлення інструкторів груп до своїх обов'язків, оскільки саме вони мають можливість спостерігати за роботою студентських груп, звертаючи увагу на різні аспекти діяльності студентів (відповідальне ставлення до виконання обов'язків у групі, вміння співпрацювати, що проявляється через обмін ідеями, повагу до інших поглядів на вирішення проблеми, вміння знаходити компромісні рішення тощо).

Низка вітчизняних та зарубіжних досліджень останніх років стосується вивчення професійної рефлексії як певного особистісного конструкта, що утворюється суб'єктом під час взаємодії з конкретним видом професійної діяльності та в партнерстві з групою людей, що реалізують спільну діяльність (Побірченко & Цибулько, 2013). На нашу думку, розвиток професійної рефлексії пов'язаний саме зі змінами рівня сформованості загальних компетентностей студентів, тому як складову системи оцінювання навчальних досягнень (що працює і для визначення того, наскільки ефективно організована проектна діяльність) необхідно вводити самооцінювання, що реалізується з використанням анкет, щоденників, опитувань з відкритими відповідями тощо.

У випадку проектно орієнтованої діяльності система оцінювання навчальних досягнень студентів передбачає оцінювання процесу виконання завдання, результатів проекту та їх представлення (Powell, 2004; Kloppenborg & Vaucus, 2004; Cestone, Levine, & Lane, 2008). На практиці подібні підходи використовуються в різних університетах, що детально описано в низці праць (Urbanic, 2011; Chowdhury, 2013; Peeters, Londers, & Van der Hoeven, 2014). Слід наголосити, що проектна діяльність студентів є освітньою стратегією, тому в процесі побудови системи оцінювання слід розрізняти результат проектування (виконану за результатами проекту розробку) та результат використання освітньої стратегії, який виражається у формуванні та розвитку в студентів фахових та загальних компетентностей.

Приклад структури системи оцінювання навчальних досягнень студентів представлений у таблиці 1.4. Щоденник проекту є документом, який кожен зі студентів заповнює індивідуально. Такий щоденник повинен містити інформацію про прогрес у процесі виконання проекту, наприклад, список опрацьованих джерел, спроектовані та розроблені модулі програмного забезпечення тощо. Термін «активність студента», ужитий у таблиці 1.4, означає внесок студента в забезпечення ефективного функціонування команди, відповідальне ставлення до завдання, здатність ефективно спілкуватися з іншими учасниками команди.

Для оформлення запиту на виконання семестрового або річного студентського можна використовувати типові форми проектних заявок (на зразок запиту на фінансування проекту державними установами чи громадськими організаціями

тощо). Такий запит має містити назву проекту, список учасників команди, коротку інформацію про їхній попередній досвід, коротку анотацію та ключові слова проекту (українською та англійською мовами), мету проекту та огляд сучасного стану наявних інженерних рішень проблеми, основні ідеї та пропозиції щодо його реалізації (Луценко & Бевз, 2015).

Таблиця 1.4

Структура системи оцінювання навчальних досягнень студентів

Вид діяльності	Хто оцінює	Відсоток балів
Процес виконання завдання		35%
Щоденник проекту	Інструктор	5%
Активність студента	Інструктор	10%
Запит на виконання інженерного проекту	Інструктор	10%
Проміжний звіт	Інструктор	10%
Отримані результати		40%
Експертне оцінювання підсумкового звіту (його зміст)	Викладач цієї спеціальності (не інструктор) або залучений експерт	30%
Стиль викладу матеріалу та структура підсумкового звіту	Викладач цієї спеціальності (не інструктор) або залучений експерт	10%
Презентація		25%
Усна презентація	Експертна група в складі трьох викладачів	15%
Відповіді на запитання	Експертна група в складі трьох викладачів	10%

Для короткотермінових проектів, особливо пов'язаних з ІТ-розробками, можна використовувати технічне завдання на розробку сайту. Технічне завдання містить вимоги до меню і категорій сайту, навігації між сторінками, дизайну сайту, терміни та обсяг робіт, що будуть виконуватися. Типова структура технічного завдання включає: мету розробки, назву сайту, інформацію про розробника, перелік нормативних документів, на підставі яких створюється сайт, перелік робіт зі створення системи та їх зміст, опис технічних вимог до програмної складової, вимоги до адміністрування, опис структури сайту, інформацію про локалізацію, дизайн, навігацію по сайту, коротке представлення сторінок сайту, контенту та його функціональних можливостей, а також календарний план робіт.

Проміжний звіт має структуру подібну до обраної структури заявки, але містить також короткий опис інженерних та фінансових аспектів проекту. Слід зазначити, що форма запиту на виконання проекту за переліком основних позицій є тотожною

сучасним грантовим заявкам. Така діяльність студентів має на меті формування навичок написання грантових пропозицій, описів власних стартапів, що також ґрунтується на вмінні опрацьовувати і представляти інформацію. Проміжні звіти допомагають інструкторам оцінити попередні результати діяльності студентів та запропонувати певні виправлення, якщо це потрібно.

У випадку проектів невеликої тривалості та масштабу проміжний звіт може бути розробленим у вигляді Google Форми, відкритої до заповнення через середовище Moodle (рис. 1.6).

	Так	Ні
Логотип проекту	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Короткий опис сайту (на головній ст...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Меню	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Контактні дані розробників	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Функція пошуку	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Рис. 1.6. Приклад Google Форми проміжного звіту проекту

Керівники проектів можуть встановлювати часові рамки для заповнення такої форми, надавати можливості завантаження додаткових файлів, коментарів тощо. Підсумковий звіт готується групою студентів у письмовій формі. З метою забезпечення об'єктивного експертного оцінювання отриманих результатів письмові результати розподіляються між викладачами певної спеціальності, без залучення інструкторів груп. Обов'язковим аспектом є забезпечення всіх викладачів, які виконують перевірку підсумкових звітів відповідними методичними рекомендаціями, які містять чіткі та об'єктивні критерії оцінювання. Оцінювання підсумкових письмових звітів передбачає оцінювання змістової частини, структури та посилань на опрацьовані джерела.

У випадку завдань, пов'язаних з проектуванням систем управління, письмові звіти повинні містити план проекту, робочі та організаційні структури, діаграми Ганта, оцінювання коштів тощо, а також детальний опис внеску кожного з учасників групи. Оцінювання якості проекту передбачає аналіз часу, відведеного на виконання завдань проекту, вибір зв'язків, розподіл ресурсів тощо.

Усна презентація вміщує доповіді кожного з учасників групи, що працювала над проектом. Комісія у складі викладачів спеціальності (за умови, що жоден з них не виконував функцій інструктора групи), викладачів інших кафедр оцінює представлені доповіді. Надзвичайно позитивним є досвід залучення зовнішніх експертів до роботи в комісії. Методичні рекомендації до оцінювання навчальних досягнень студентів містять перелік видів діяльності студентів під час презентації та критерії їх оцінювання (рубрики). Після завершення усної презентації виділяється час для вільного обговорення. Присутні студенти обов'язково мають залучатися, вільно висловлюючи думки та враження щодо представлених проектів. За можливості доречно організувати онлайн голосування за кращий проект (для цього результати проектів репрезентуються попередньо на сайті ЗВО, в Moodle або Google Scholar тощо).

Зазначимо, що описаний спосіб оцінювання може й має модифікуватися залежно від тривалості проекту, кількості виконавців, специфіки продукту, що проектується, тощо. Окремі приклади оцінювання результатів діяльності студентів наведено в наступних підрозділах.

У сучасних умовах формування змісту професійної освіти відбувається з дотриманням наступних принципів (Хуторской, 2007):

- необхідність урахувати сучасні потреби суспільства;
- зміст освіти має формуватися відповідно до цілей обраної моделі, залишаючись відкритим до змін;
- дотримання структурної єдності змісту освіти для різних рівнів освіти і на міждисциплінарному рівні;
- забезпечення єдності змістової і процесуально-діяльнісної сторін навчання, що передбачає включення до змісту освіти діяльнісних компонентів: цілепокладання, планування, освітніх технологій;
- доступність й доцільність визначеного змісту освіти (структура й обсяги навчальних планів, програм, підручників, оптимальній кількості матеріалу, що вивчається).

Розглянемо застосування наведених принципів у контексті проектно орієнтованого навчання. Як було детально показано вище, проектування в різних аспектах (інженерне проектування та управління проектною діяльністю при створенні інженерних об'єктів чи процесів) є контекстом інженерної діяльності в сучасних умовах. Відповідно упровадження проектно орієнтованого та проблемно орієнтованого навчання відповідає вимогам сучасним потребам суспільства, дозволяючи забезпечити єдність власне змістової і процесуально діяльнісних 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 і інструментарію програмування і веб-програмування), перевагами проектно орієнтованого навчання є його адаптивність і гнучкість, можливість

застосовувати для студентів з різним початковим рівнем підготовки (Dochy, Sefers, Vab deb Bosseche, & Gijbels, 2003; Beddoes, Jesiek, & Borrego, 2010).

Важливо, що застосування проектно орієнтованого навчання відповідає концепції неперервної освіти й може упроваджуватися на всіх її рівнях, з використанням проектів різної тривалості та рівня складності.

Досліджуючи шляхи реалізації інтеграційних підходів в системі інженерної освіти, В. Курок окреслює нові підходи до конструювання змісту учіння, серед яких (Курок, 2017):

- перехід від вербалізованого представлення змістового наповнення до сприйняття його через формулювання проблем та експериментальну перевірку;
- визнання важливості математичного моделювання;
- визнання принципу саморегуляції процесу учіння та ймовірності спрямування за умов дії певних регламентаційних дидактичних підходів.

Дотримання принципу структурної єдності змісту освіти для різних рівнів освіти і на міждисциплінарному рівні забезпечується шляхом гібридного навчання. Для системи української вищої школи гібридне навчання є максимально зручним способом поступової модернізації освітніх програм, адже дозволяє поєднати усталену структуру підготовки студентів та інноваційні підходи.

Для гібридного навчання обов'язковим кроком є визначення чіткого обсягу кредитів ECTS, що відводиться на проектну діяльність студентів. Наприклад, Ольборзька модель пропонує співвідношення 50%/50%. У кожному навчальному семестрі 15 кредитів ECTS відводиться на традиційні навчальні курси та 15 кредитів ECTS – на виконання студентських проектів, завданням яких є вирішення інженерних проблем. В інших навчальних закладах вказане співвідношення може варіюватися (наприклад, 80% навчального навантаження відводиться на традиційні навчальні курси та 20% – на проблемно орієнтоване навчання). У кожному окремому випадку вирішення питання про відсоток часу, що виділяється на вирішення проблемних завдань в рамках студентських проектів, необхідно обговорювати на і на рівні викладачів, і на адміністративному рівні.

На рис. 1.7 наведено приклад структури, яку може мати освітня програма, розроблена з урахуванням упровадження проектно орієнтованого навчання.



Рис. 1.7. Структура освітньої програми, розробленої на засадах проектно орієнтованого навчання

Виділяються два можливих підходи до впровадження гібридного навчання: впровадження на рівні окремих курсів та системний підхід (Kolmos, de Graaff, & Du, 2009). При впровадженні на рівні окремих курсів, проблемні завдання стосуються матеріалу лише окремої навчальної дисципліни. У випадку системного підходу, лекції з різних курсів мають узгоджені програмні результати навчання, зміст навчального матеріалу, проекти, що пропонуються студентам. Системний підхід передбачає формування й спільного бачення системи оцінювання навчальних досягнень студентів.

Розвинуті навички у сфері управління проектами нині визнані обов'язковим елементом підготовки сучасного інженера (Луценко, 2017в). Зазначимо, що в більшості ЗВО, які використовують у різних формах проектно орієнтоване навчання, впровадження завдань, вирішення яких здійснюється в умовах навчальної проектної діяльності, розпочинається відразу ж з першого навчального року. Так, в освітній програмі спеціальності «Електроніка та комп'ютерна інженерія» Університету Ольборгу (Данія) у першому семестрі відводиться 5 кредитів ECTS на спеціальний вид діяльності, що називається «Робота над технологічним проектом» («Technological Project Work»). Метою вказаної діяльності є набуття студентами знань у сфері проектно орієнтованого і проблемно орієнтованого навчання (як навчального підходу, що буде використовуватися в їх роботі у подальшому), здобуття ними безпосереднього досвіду проектної роботи в групі. Також у процесі роботи над проектом студент ознайомлюється з базовими проблемами та концепціями у сфері електроніки та інформаційних технологій.

Звернімо увагу на знання, навички та компетентності, що визначають програмові результати для цієї діяльності (Aalborg University, 2015). Завершивши роботу над проектом, студент повинен:

- знати базові принципи, пов'язані з роботою в групі;
- знати основні етапи роботи над проектом, набути знання та навички, необхідні для співпраці з керівниками проектів;
- уміти визначати цілі проекту та володіти методиками його виконання для досягнення поставленої мети;
- уміти описувати та аналізувати різні підходи до вирішення завдань;
- уміти в повному обсязі представляти отримані результати в письмовій, усній та графічній формах;
- усвідомлено сприймати проблемно орієнтоване навчання як педагогічний підхід;
- уміти співпрацювати з іншими студентами протягом часу виконання проекту та проводити спільну презентацію отриманих результатів.

Однак, як показує аналіз матеріалів, представлених на офіційних сайтах ЗВО України, незважаючи на визнання важливості навичок управління проектами для студентів інженерних спеціальностей, більшість програм підготовки майбутніх інженерів на освітньому рівні бакалавр не передбачає такого виду навчальної діяльності, що дозволить ознайомити студентів з організацією проектів (під час

навчання та в подальшій професійній діяльності) і не передбачають вивчення повноцінної дисципліни з управління проектами. Традиційно дисципліна «Управління інноваційними проектами» (або «Управління ІТ-проектами») вноситься до навчальних планів уже на освітньому рівні магістр (і до 2016 року передбачалася на освітньому рівні спеціаліст).

Принциповим, в будь-якому випадку, є врахування думки викладачів всіх дисциплін, включених до навчального плану. Очевидно, що для цього потрібно проводити спеціальні консультації серед викладачів навчальних дисциплін, що відносяться до вказаних циклів. Окрім того, на початкових етапах оновлення навчальних планів доречно проводити також тренінги чи спеціальні семінари для професорсько-викладацького складу з метою роз'яснення специфіки проектно орієнтованого навчання, його переваг та труднощів.

При безпосередньому плануванні навчального навантаження доречно використовувати години, що відводяться на виконання курсових робіт, розрахунково-графічних робіт, частково, лабораторних робіт чи практичних занять, саме на вирішення проблемних завдань та виконання проектів. При цьому, змінюється не стільки наповнення освітньої програми чи розподіл предметів, а підхід до них, що дозволяє підвищити ефективність підготовки студентів.

Впровадження проектно орієнтованого навчання починаючи відразу з першого курсу є непростим, але потрібним завданням. Традиційно, система середньої школи готує випускників передовсім для отримання максимально високих балів за результатами оцінювання, що гарантує вступ до ЗВО. Тобто, підготовка ведеться до вирішення тестових завдань, що є неприпустимою навчальною стратегією при навчанні в університеті (незалежно від обраної спеціальності).

Залучення студентів першого курсу інженерних та природничо-математичних спеціальностей до проектної діяльності дозволяє сформувати в них уявлення про сутність майбутньої професійної діяльності в цілому. Основний акцент при цьому має здійснюватися на формуванні загальних компетентностей, які складуть основу для їх подальшої діяльності. До питань, які доцільно розглянути належать роль інженерної діяльності в сучасному світі, відповідальність за результати професійної діяльності, методологія управління проектами, пошук інформації та її опрацювання, навички усної та письмової комунікації, презентації отриманих результатів тощо.

Проектно орієнтоване навчання є підходом, у рамках якого проблема (проблемне завдання) розглядається як відправна точка процесу навчання. Пілотні спроби впровадження проектних підходів в систему професійної підготовки майбутніх інженерів на початкових етапах нашого дослідження, привели до усвідомлення необхідності пошуку способів впровадження проектно орієнтованого навчання як наскрізного елементу освітніх програм як на рівні окремих дисциплін та видів навчальної діяльності так і до навчального плану спеціальності загалом.

У рамках запропонованого загального формулювання вимоги до проекту деталізуються шляхом віднесення проекту чи проблемного завдання до одного з наступних типів:

– експериментальна розробка – створення нового об'єкта, процесу чи системи відповідно до технічного замовлення, сформованого стейкхолдерами. Завданням є виконання проектних процедур у рамках засвоєних під час лекцій та відпрацьованих під час лабораторних робіт процедур. При оцінюванні основна увага звертається на відповідність виконаної розробки вимогам замовника;

– оптимізація – пошук покращеного за низкою показників рішення для вже вирішеної проблеми чи наявної розробки. Основний акцент проектів такого типу припадає на вміння творчого опрацювання матеріалу. Завданням студентів є розроблення комплексу тестових процедур, що дозволять ідентифікувати аспекти, що потребують удосконалення, та способів реалізації;

– вирішення проблеми – самостійна ідентифікація слабкоструктурованої проблеми та пошук шляхів її вирішення з використанням засвоєних під час лекцій та відпрацьованих під час лабораторних робіт процедур. Основний акцент варто зробити на вмінні будувати міркування та перетворювати їх на сплановану діяльність;

– винахідництво – самостійна ідентифікація слабкоструктурованої проблеми та пошук шляхів її вирішення з розробленням оригінальних методів та підходів. Основний акцент варто зробити на творчому мисленні, винахідництві, умінні синтезувати рішення в умовах невизначеності.

Середня кількість проблемних завдань у одному семестрі становить 2–3 завдання. Звичайно, поєднання дисциплін може змінюватися, залежно насамперед від складності проблем, що виносяться на опрацювання. Інженерна проблема, що виносяться на вирішення студентами, пов'язана з дисциплінами, які вивчалися раніше чи вивчаються у поточному семестрі. Як було зазначено в дослідженні Кевіна Гавіна (2011), з метою збереження ієрархічної структури інженерної підготовки такий гібридний підхід є дуже доречним.

У контексті проектування змісту навчального матеріалу, однією з типових проблем навчальних планів для майбутніх інженерів, є наявність перетинів тем, що розглядаються в різних дисциплінах. Дієвим способом оптимізації змістового наповнення є вивчення таких перетинів та оцінка їх інтенсивності, шляхом організації опитувань викладачів циклів математичних, природничо-наукових та інженерних дисциплін. При цьому, чітко має ідентифікуватися, коли такі перетини є позитивними, у сенсі закріплення гносеологічної та процесуальної складової, а коли призводять до нераціонального використання навчального часу.

Відповідно до ролі навчальних дисциплін в формуванні фахових компетентностей, здається доречним звернутися до класифікації запропонованої в рамках концепції CDIO і розширити її на проектну діяльність (Crawley, Malmqvist, Ostlund, Brodeur, & Edstrom, 2014) (таблиця 1.5).

Для студентів вирішення проблеми відбувається не в «ідеальному» навчальному середовищі, а за умов, що максимально відповідають «реальному» світу з його обмеженнями (час, матеріальні ресурси, трудові ресурси тощо). Усі етапи життєвого циклу інженерного продукту (чи системи) мають бути розплановані,

як і економічні аспекти (придбання необхідних деталей, оплата послуг тощо). Таким чином, для проблеми, над якою працюють студенти, не існує єдиного «коректного» вирішення.

Таблиця 1.5

Навчальні дисципліни й види навчальної діяльності

	Результати навчання	Навчальні дисципліни й види навчальної діяльності	Оцінка
Ввідна	Неявне відображення фахових компетентностей у програмових результатах навчання	Фахові компетентності формуються опосередковано	Рівень сформованості не оцінюється
Навчальна	Фахові компетентності використано для формулювання програмових результатів навчання	Фахові компетентності формуються при виконання завдань	Рівень сформованості контролюється й інколи оцінюється
Застосування	Фахові компетентності формуються як суміжний результат	Фахові компетентності використовуються для формування інших фахових компетентностей	Рівень сформованості використовується для оцінки інших результатів

На практиці вихідний перелік можливих тем робіт готується викладачами. Значущими факторами є відповідність дібраних завдань навчальному профілю студентів та їх реалістичність. Тому база тем проектів має змінюватися щороку, так само варто намагатися знаходити можливість утілення мультидисциплінарних проектів, добираючи для них теми в співпраці з колегами з інших кафедр відповідного навчального закладу. Як показує досвід упровадження проектів, на вибір їх тематики впливають такі фактори: стан поточних зв'язків університету та місцевої індустрії; обмеженість фінансових можливостей університету; інтереси студентів (Lutsenko & Lucenko, 2018)).

Економічні процеси останніх 10–15 років істотно вплинули на специфіку виробництва в багатьох регіонах України, де наразі спостерігається інтенсифікація розвитку ІТ сфери. Серед місцевої індустрії переважають середні та малі компанії, орієнтовані на виконання середньострокових проектів і розроблення систем автоматизації широкого спектру призначення. Відповідно, на ринку праці існує потреба в підготовці спеціалістів, що можуть розробляти апаратно-програмні

комплекси в рамках становлення Інтернету речей. На жаль, для середніх та невеликих компаній основною формою співпраці з університетами є проходження студентами практики в компанії (СКМ, 2013). Це пояснюється тим, що компанії такого масштабу, як правило, орієнтовані на підтримку поточних проектів і не можуть (з економічних міркувань) дотримуватися довгострокової стратегії розвитку, утворюючи спеціальне робоче місце для працівника, який відповідатиме за взаємодію з навчальними закладами та роботу зі студентами.

Реалізація проектів на базі компаній ускладнюється тим фактором, що для замовників інтерес становить виключно кінцевий продукт, який буде отримано за результатами проекту, особливо в умовах, коли компанія фінансує процес розроблення. Як правило, замовники формують чіткі вимоги до кінцевого продукту. Таке бачення проектної діяльності студентів суперечить трактуванню проектів як особливої педагогічної технології, основним завданням якої є навчання студентів та формування у них визначених компетентностей.

Таким чином, для добору тем проектів і їх організації доводиться шукати й інших потенційних замовників. Замовниками, як вже зазначалося, можуть бути викладачі інших кафедр відповідного навчального закладу (біологи, екологи, хіміки, фізики тощо). Така співпраця дозволяє хоча б частково вирішити проблему фінансування студентської проектної діяльності, адже вони отримують можливість використовувати обладнання інших підрозділів. Однак викладачі, які погоджуються співпрацювати, все ж переважно зацікавлені проектами, пов'язаними з тематикою саме їхньої дослідницької роботи, тому ідеї проектів та терміни їх реалізації складно узгодити з вимогами графіка навчального процесу.

Перелік тем проектів пропонується студентам в електронній формі. Надалі вони мають можливість проаналізувати його і надіслати власні пропозиції. Слід зазначити, що більшість студентів інженерних спеціальностей мають досвід попередньої роботи (під час канікул або виробничої практики). Ще однією тенденцією останніх років є активне працевлаштування студентів 4–6 курсів. Як правило, ці студенти вже мають певне уявлення про бажане місце працевлаштування після завершення навчання, тому доволі часто студентські пропозиції щодо тематики завдань відповідають цьому уявленню.

Таким чином, запровадження проектно орієнтованих підходів розглядається як ефективний засіб у контексті диверсифікації професійних ролей майбутніх інженерів, які таким чином отримують можливості діяти як інженери-розробники, дослідники та управлінці. Інтегроване запровадження проектно орієнтованого та проблемно орієнтованого навчання забезпечує адаптивність наповнення видів навчальної діяльності студентів та організаційних аспектів, позитивно впливає на формування здатності до самонавчання, зокрема в частині ідентифікації студентами власних освітніх потреб, навичок командної роботи і управління.

ΛΙΤΕΡΑΤΥΡΑ ΔΟ ΡΟΖΔΙΛΥ 1

- Aalborg University. (2015). Curriculum for Bachelor (BSc) in Electronics and Computer Engineering. Aalborg University.
- Adderley, K., Ashwin, C., Bradbury, P., Freeman, J., Goodland, S., & Greene, J. (1975). *Project Methods in Higher Education*. Guildford, Surrey: Society for Research into Higher Education.
- Barcelona Declaration. (2004). *Engineering education in Sustainable Development*. Conference Barcelona. Retrieved from <http://eesd15.engineering.ubc.ca/declaration-of-barcelona/>
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 68, 3-12.
- Beddoes, K. D., Jesiek, B. K., & Borrego, M. (2010). Identifying Opportunities for Collaboration in International Engineering Educational Research on Problem- and Project-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem Based Learning*, 4, 7-34.
- Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32, 1-18.
- Birch, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Studies in Higher Education*, 11(1), 73-82.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Boyer, S. L., Edmondson, D. R., Artis, A. B., & Fleming, D. (2013). Self-Directed Learning: A Tool for Lifelong Learning. *Journal of Marketing Education*, XX(X), 1-13.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bulleit, W., Schmidt, J., Alvi, I., Nelson, E., & Rodriguez-Nikl, T. (2015). Philosophy of Engineering: What it is and why it matters. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 141(3), 02514003.
- Cambridge Dictionary. (2018). Retrieved from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/project>
- Candy, P. C. (1991). *Self-Direction for Lifelong Learning*. San Francisco, California: Jossey-Bass Higher and Adult Education Series.
- Cestone, C. M., Levine, R. E., & Lane, D. R. (2008). Peer assessment and evaluation in team-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 116, 69-78.
- Chowdhury, T. (2013). Impact of senior design project for the development of leadership and management skills in construction management. *European Journal of Engineering Education*, 38(4), 452-267. doi:10.1080/03043797.2013.804034

- Coral, J. (2009). *Engineering Education for a Sustainable Future. (PhD Dissertation)*. Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya.
- Crawley, E. F. (2002). Creating the CDIO Syllabus. A Universal Template for Engineering Education. *23rd Frontiers in Education*. 2, pp. 8-12. I
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Ostlund, S., Brodeur, D. R., & Edstrom, K. (2014). *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. 2nd ed.* Verlag: Springer.
- Dahms, M., Spliid, C., & Nielsen, J. (2017). Teacher in a problem-based learning environment - Jack of all trades? *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 1196-1219.
- Dochy, F., Sefers, M., Vab deb Bosseche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instructions*, 13, 533-568.
- Dunlap, J. C. (2005). Problem-Based Learning and Self-Efficacy: How a Capstone Course Prepares Students for a Profession. *Education Technology Research and Development*, 53(1), 65-83.
- Dym, C. L. (2006). Engineering Desig: So Much to Learn. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 422-428.
- Dym, C., Agogino, A., Eris, O., Frey, D., & Leifer, L. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.
- EHEA. (2015). *Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG)*. Київ: ТОВ "ЦС".
- Evans, D. L., McNeil, B. W., & Beakley, G. C. (1990). Design in Engineering Education: Past Views of Future Directions. *Journal of Engineerin Education*, 79(4), 517-522.
- Gao, M. (2012). *A theoretical model for the effectiveness of project-based learning in engineering design education. A Doctoral Thesis*. Loughborough University.
- Garrison, D. R. (1997). Self-directed learning: toward a comprehensive model. *Adult Education*, 48(1), 18-33. doi:10.1177/074171369704800103
- Gavin, K. (2011). Case Study of a Project-Based Learning Course in Civil Engineering Design. *European Journal of Engineering Education*, 36(6), 547-558.
- Goel, S. (2006). Competence Focused Engineering Education with Reference to IT Related Disciplines: Is the Indian System Ready for Transformation? *Journal of Information Technology education*, 5, 27-52.
- Goold, E. (2012). *The Role of Mathematics in Engineering Practice and in the Formation of Engineers (PhD Thesis)*. Maynooth: National University of Ireland Maynooth.
- Guerra, A. (2014). *Probelm Based Learning and Sustainable Engineering Education: Challenges for 21st Sentury*. Aalborg: Aalborg University.
- Guerra, A., & Kolmos, A. (2011). Assessing Learning Outcomes and Engineering PBL Project Reports. *SEFI annual conference 2011*, (pp. 171-177). Lisbon.
- Guglielmino, L. M. (2013). The case for promoting self-directed learning in formal educational institutions. *SA-eDUC Journal*, 10(2), 1-18.
- Heitmann, G. (1996). Project-oriented Study and Project-organized Curricula: A Brief review of Intentions and Solutions. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 121-131.
- Helle, L., Tynjala, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education - theory, practice and rubber sling shots. *Higher education*(51), 287-314.

- Henard, F., & Roseveare, D. (2012). Fostering quality teaching in higher education: Policies and Practices. In *An IMHE Guide for Higher Education Institutions* (pp. 7-11).
- Johansson, P., Larsson, M., & Wingard, L. (2007). *The INNOMET Taxonomy of Competences and Skills*. INNOMET. http://www.innomet.ee/innomet/Reports/Report_WP1.pdf
- Kilpatrick, W. H. (1921). Dangers and Difficulties of the Project Method and How to Overcome Them: Introductory Statement and Definition of Terms. *Teachers College Record*, 22(4).
- Klaassen, R. G. (2018). Interdisciplinary education: a case study. *European Journal of Engineering Education*. doi:10.1080/03043797.2018.1442417
- Kloppenborg, T. J., & Baucus, M. S. (2004). Project management in local nonprofit organization: Engaging students in problem based learning. *Journal of Management Education*, 28(5), 610-629.
- Knoll, M. (1997). The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59-80.
- Knoll, M. (2012). "I had made a mistake": William H Kilpatrick and the project method. *Teachers College Record*, 114(2), 1-45.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of learning and Development*. New York: Prentice-Hall.
- Kolmos, A. (1996). Reflection on Project Work and Problem-Base Learning. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 141-148.
- Kolmos, A., de Graaff, E., & Du, X. (2009). Diversity of PBL – PBL learning principles. In X. Du, E. de Graaff, & A. Kolmos (Editors), *Research on PBL Practice in Engineering Education* (pp. 9-21). Rotterdam: Sense.
- Litzinger, T. A., Latucca, L. R., Hadgraft, R. G., & Newstetter, W. C. (2011). Engineering Education and the Development of Expertise. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 123-150.
- Litzinger, T. A., Wise, J. C., & Lee, S. H. (2005). Self-directed Learning Readiness Among Engineering Undergraduate Students. *Journal of Engineering Education*, 94(2), 215-221.
- Lutsenko, G. V. (2018). Case study of a problem-based learning course of project management for senior engineering students. *European Journal of Engineering Education*, 43(6), 895-910. doi.org/10.1080/03043797.2018.1454892
- Lutsenko G. V., Lucenko Gr. V. (2018). Project-based learning in automation engineering curriculum. *Proceedings of the 46th SEFI Annual Conference 2018 "Creativity, Innovation and Entrepreneurship for Engineering Education Excellence"*. 17-21 September 2018. Copenhagen, Denmark. P. 1032-1039.
- Luxhosj, J. T., & Hansen, P. H. (1996). Engineering Curriculum Reform at Aalborg. *Journal of Engineering Education*, 85(3), 183-186.
- Maffioli, F., & Augusti, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra. *European Journal of Engineering Education*, 28(3), 251-273. doi:10.1080/0304379031000098832
- Menken, S., & Kestra, M. (Eds.). (2016). *An Introduction to Interdisciplinary Research*. Amsterdam: Amsterdam University Press.

- O'Neill, G., & Murphy, F. (2010). *Assessment. Guide to Taxonomies of Learning*. Dublin: UCD Dublin. Retrieved from <http://www.ucd.ie/t4cms/ucdtla0034.pdf>
- Online Etymology Dictionary. (2018). Retrieved from <https://www.etymonline.com/>
- Passow, H. J., & Passow, C. H. (2017). What Competencies Should Undergraduate engineering Programs Emphasize? A Systematic Review. *Journal of Engineering Education, 106*(3), 475-526. doi:10.1002/jee.20171
- Pecore, J. L. (2015). From Kilpatrick's project method to project-based learning. In *International Handbook of Progressive Education* (pp. 155-171).
- Peeters, M. C., Londers, E., & Van der Hoeven, W. (2014). Design of an integrated team project as bachelor thesis in bioscience engineering. *European Journal of Engineering Education, 39*(6), 636-647. doi:10.1080/03043797.2014.899322
- Powell, P. C. (2004). Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education, 29*(2), 221-230.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education, 95*(2), 123-138.
- Prince, M., & Felder, R. (2007). The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching, 36*(5), 14-20.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development and Well-Being. *American Psychologist, 55*(1), 68-78. doi:10.1037/110003-066X.55.1.68
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1*(1), 9-20.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology, 35*(5), 31-38.
- Schon, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. London: Temple Smith.
- Silen, C., & Uhlin, L. (2008). Self-directed learning - a learning issue for students and faculty! *Teaching in Higher Education, 13*(4), 461-475. doi:10.1080/13562510802169756
- Soanes, C., & Stevenson, A. (Eds.). (2003). *Oxford Dictionary of English* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Stewart, R. (2007). Investigation the link between self directed learning readiness and project-based learning outcomes^ the case of international Masters students in an engineering management course. *European Journal of Engineering Education, 32*(4), 453-465.
- Stolk, J., Geddes, J., Somerville, M., & Martello, R. (2008). Engineering Students' Conceptions of Self-Directed Learning. *2008 Annual Conference & Exposition*. Pittsburgh: Pennsylvania.
- Stolk, J., Martello, R., Somerville, M., & Geddes, J. (2010). Engineering Students' Definitions of and Responses to Self-Directed Learning. *International Journal of Engineering Education, 26*(4), 900-913.
- Tekkol, I. A., & Demirel, M. (2018). An Investigation of Self-Directed Learning Skills of Undergraduate Students. *Frontiers in Psychology, 9*. doi:10.3389/fpsyg.2018.02324
- UNESCO. (1986). *Glossary of educational technology terms*. Geneva: Imprimerie Steffen SA.

- UNESCO-IBE. (2013). *IBE Glossary of Curriculum Technology*. Geneva: Unesco-IBE.
- Urbanic, R. J. (2011). Developing Design and Management Skills for Senior Industrial Engineering Students. *Journal of Learning Design*, 4(3), 35-49.
- Van Driel, J., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: the role of teachers' practical knowledge. *Journal of research in science teaching*, 38(2), 137-158.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walther, J., Kellam, N., Sochacka, N., & Radcliffe, D. (2011). Engineering Competence? An Interpretive Investigation of Engineering Students' Profession Formation. *Journal of Engineering Education*, 100(4), 703-740.
- Williamson, S. N. (2007). Development of a self-rating scale of self-directed learning. *Nurse Researcher*, 14(2), 66-83. doi:10.7748/nr2007.01.14.2.66.c6022
- Wim, W., & Van der Blij, M. (2011). Tutors and teachers in project-led engineering education: a plea for PLEE tutor training. *3rd International Symposium on Project Approaches in Engineering Education: aligning engineering education with engineering challenges* (pp. 11-25). Lisbon: PAEE.
- Батенко, Л. П., Загородніх, О. А., & Ліщинська, В. В. (2003). *Управління проектами: навчальний посібник*. Київ: КНЕУ.
- Бусел, В. Т. (Ред.). (2005). *Великий тлумачний словник сучасної української мови*. Київ: Перун.
- Власенко, К. В., & Реутова, І. М. (2012). Метод проектів навчання вищої математики. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*, 7(242), 51-60.
- Волошинов, С. А., Сокол, І. В., & Тригуб, С. М. (2015). Оцінка результатів навчання студентів. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*, 1(12), 108-115.
- Гончаренко, С. У. (2006). Фундаменталізація професійної освіти. *Професійна освіта: педагогіка і психологія*, 8, 165-173.
- Гончаренко, С. У. (2008). Фундаменталізація професійної освіти як дидактичний принцип. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія*, 2, 87-91.
- Гулай, О. І. (2009). Метод проектів у викладанні хімії у вищих технічних навчальних закладах. *Зб. наук. праць Військового інституту Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка*, 22, 214-219.
- Дутка, Г. Я. (2006). *Особливості фундаменталізації професійної освіти : методичні рекомендації*. Львів: Сполом.
- Захарченко, В. М., Калашнікова, С. А., Луговий, В. І., Ставицька, А. В., Рашкевич, Ю. М., & Таланова, Ж. В. (2014). *Національний освітній глосарій: Вища освіта (2-ге вид., перероб. і доп. вид.)*. (В. Г. Кремінь, Ред.) Київ: ТОВ "Видавничий дім «Плеяди»".
- Зінченко, А. Г., Саприкіна, М. А. (2016). *Навички для України 2030: погляд бізнесу*. (М. А. Саприкіна, Ред.) Київ: ТОВ "Видавництво "ЮСТОН".

- Ковтонюк, М. М. (2012). Деякі аспекти фундаменталізації змісту професійної підготовки майбутнього вчителя математики. *Педагогічна освіта: теорія і практика*, 11, 202-210.
- Ковальчук В.І., Сергеева Л. М., Молчанова А. О. (2007). *Як стати майстерним педагогом: навчально-методичний посібник*. Київ: ТОВ "Етіс плюс".
- Комарова, О. А. (2011). Особливості формування випереджального рівня освітнього потенціалу суспільства. *Економічний часопис-XXI*, 9-10, 57-60.
- Корнійчук, О. П., & Бузова, Л. М. (2012). Освітня технологія "метод проектів": стан розробки в науково-методичній літературі. *Медична освіта*, 4, 66-69.
- Кремень, В. Г. (2008). Інновація в контексті науки і освітньої практики. *Педагогічна освіта і освіта дорослих: європейський вимір*, 8-16.
- Кузьмінський, А. І. (2005). *Педагогіка вищої школи: навч. посібн.* Київ: Знання.
- Кузьмінський, А. І., & Омеляненко, В. Л. (2006). *Педагогіка у запитаннях і відповідях : навчальний посібник для вузів*. Київ: Знання.
- Курлянд, З. Н. (2012). *Теорія і методика професійної освіти: навч. посіб.* Київ: Знання.
- Курлянд, З. Н., Хмелюк, Р. І., Семенова, А. В., Бартенєва, І. О., & Богданова, І. М. (2007). *Педагогіка вищої школи: навч. посібн.* (3 вид.). Київ: Знання.
- Курок, В. П. (2015). Міждисциплінарна інтеграція знань у педагогічних системах. *Психолого-педагогічні основи гуманізації навчально-виховного процесу в школі та ВНЗ*, 1, 82-89.
- Курок, В. П. (2017). Реалізація інтеграційного підходу до розроблення навчальних дисциплін у ВНЗ. *Вісник Черкаського університету. Серія "Педагогічні науки"*, 2, 67-74.
- Луценко, Г. В. (2017а). Огляд сучасних стандартів підготовки інженерних кадрів. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Педагогічні науки*, 4(59).
- Луценко, Г. В. (2017б). *Професійна підготовка майбутніх інженерів на засадах проектно орієнтованого навчання*. Черкаси: видавець Чабаненко Ю.А.
- Луценко, Г. В. (2017в). Організаційні аспекти впровадження проектно орієнтованого навчання для студентів інженерних спеціальностей. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія: Педагогічні науки*, 35(3), 71-78.
- Луценко, Г. В. (2018). Концепція професійної підготовки майбутніх інженерів в умовах проектно орієнтованого навчання. *Теорія і методика професійної освіти*, 15. Отримано з https://docs.wixstatic.com/ugd/2f377b_8e3bb72673a
- Луценко, Г. В., & Бевз, В. П. (2011). Особливості професійного формування студентів інженерних спеціальностей. *Вісник Черкаського університету*, 209(2), 123-128.
- Луценко, Г. В., & Бевз, В. П. (2012). Проектно-орієнтована інженерна освіта - сучасні тенденції та перспективи. *Вища освіта України*, 3(46), 70-79.
- Луценко, Г. В., & Бевз, В. П. (2015). Організація проектно-орієнтованого навчання майбутніх інженерів у вивченні методології управління проектами. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 45(1), 123-133.
- Митрофанова, Г. Г. (2010). Метод проектів вчора и сьогодні. *Вестник Ленинградского государственного университета им. АС Пушкина*, 3(4), 94-106.

- Митрофанова, Г. Г. (2014). Диахронический подход к идее проектной деятельности в образовании. *Вестник Ленинградского государственного университета им. АС Пушкина*, 3(4), 40-49.
- Ніколаєв, К. Д. (2015). Випереджаюча освіта для сталого розвитку як інноваційна форма організації освітнього простору перепідготовки вчителів. *Педагогічні науки*, 126, 116-124.
- Огієнко, О. І. (2008). Педагогіка дорослих чи андрогогіка? Скандинавський контекст. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*, 42, 46-50.
- Підласий, І. П. (2004). *Практична педагогіка або три технології: інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти*. Київ: Видавничий Дім «Слово».
- Побірченко, Н. А., & Цибулько, І. О. (2013). Психологічні фактори розвитку професійної рефлексії у студентів авіаційного університету. *Проблеми сучасної психології*, 19, 566-576.
- Похолков, Ю. П. (2012). Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы. *Инженерное образование*, 10, 50-65.
- Рашкевич, Ю. М. (2014). *Болонський процес та нова парадигма вищої освіти: монографія*. Львів: В-цтво Львівської політехніки.
- Романовський, О. Г. (2001). *Теоретичні і методичні основи підготовки інженера у вищому навчальному закладі до майбутньої управлінської діяльності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д.пед.наук: 13.00.04*. Київ.
- Саух, П. Ю. (Ред.). (2011). *Інновації у вищій освіті: проблеми, досвід, перспективи : монографія*. Житомир: Видавництво ЖДУ ім. Івана Франка.
- СКМ. (2013). *Досвід працевлаштування випускників вищих навчальних закладів: погляд випускників та роботодавців*. Отримано з <http://bestuniversities.com.ua>
- Сподін, Л. А. (2001). *Педагогічні умови формування професійної спрямованості особистості студентів вищих аграрних закладів освіти : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04*. Київ: Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України.
- Туриця, О. (2013). Професійна спрямованість навчання як педагогічна умова формування професійної компетентності майбутніх фахівців харчового профілю. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*, 29, 48-60.
- Туркот, Т. І. (2011). *Педагогіка вищої школи: навч. посібн.* Київ: Кондор.
- Фіцула, М. М. (2010). *Педагогіка вищої школи: навч. посібн.* (2 вид.). Київ: Академвидав.
- Хуторской, А. В. (2007). *Современная дидактика. Учебное пособие. 2-е издание*. Москва: Высшая школа.
- Чернецький, І., Сліпучіна, І., & Поліхун, Н. (2017). Мультидисциплінарний підхід у формування STEM-орієнтованих навчальних завдань. *Проблеми методуу фізико-математичної і технологічної освіти*, 12(1), 158-168.
- Шатоха, В. (Ред.). (2016). *Європейський досвід підготовки інженерів для сталого розвитку*. Дніпропетровськ: "Дріант".

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТУДЕНТІВ

2.1. Огляд сучасних підходів до управління проектами

Забезпечення проектної роботи студентів інженерних і природничо-математичних спеціальностей у групах і/або командах має здійснюватися шляхом упровадження в організаційну практику сучасних підходів до управління проектами, відповідно до яких інженері об'єкти, процеси та системи різних рівнів складності проектується та реалізуються з використанням ітераційних процедур.

Упровадження сучасних технологій роботи в команді є позитивним фактором у сенсі контекстуалізації освітнього процесу. Важливу роль відіграє також вибір та впровадження сучасного програмного забезпечення, що використовується як під час вирішення завдань проекту, так і для його організації. Вирішення такого завдання має здійснюватися відповідно до стандартів та рекомендацій Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА, 2015), які передбачають, зокрема, належне забезпечення студентів адекватними та легкодоступними навчальними ресурсами. Запропонована 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 (Биков, 2008).

На нашу думку, інформатизація освіти є універсальною умовою, що діє незалежно від профілю підготовки і виражається у створенні нового типу навчального середовища – інформаційно-освітнього. До основних характеристик такого середовища відносять: наявність системи засобів спілкування; наявність засобів самостійної роботи з інформацією; наявність інтенсивного спілкування між учасниками освітнього процесу (Галета, 2012). Елементом наразі вже типового системного методичного супроводу навчальної діяльності студентів у групах є використання сучасних динамічних навчальних середовищ (Moodle, Google Classroom тощо). Використання систем управління освітнім процесом спрямоване на створення інформаційно-освітніх середовищ, в яких інформація створюється та поширюється всіма учасниками освітнього процесу (викладачами та студентами), а робота з нею здійснюється в інтерактивному режимі.

Поряд з цим специфіка підготовки майбутніх інженерів до проектної діяльності в професійній практиці вимагає розширення спектру програмного забезпечення, що використовується, адже побудова систем управління проектом неможлива без інструментів, які дозволяють оптимально розподіляти час, завдання, ресурси, правильно налаштовувати бізнес-процеси. Основу програмного забезпечення будь-якої автоматизованої системи управління проектами становлять спеціалізовані пакети програм різних рівнів складності (Microsoft Project, Visual Paradigm, Active Collab, Aglio for Scrum та ін.).

Використання програмних продуктів, які одночасно є засобами методичного супроводу навчання та інструментами, які використовують студенти у процесі виконання оригінальних проектних завдань, сприяє прямому та опосередкованому формуванню в них здатності обирати та використовувати відповідне обладнання, інструменти й методи з метою вирішення інженерних проблем.

На сучасному етапі розвитку людства кількість проектів, що виконуються одночасно в різних місцях є практично незчисленною. За своїм призначенням проекти стосуються найрізноманітніших аспектів людської діяльності. Вони відрізняються між собою сферою застосування, специфікою кінцевого продукту, масштабом, тривалістю, приналежністю до певної галузі тощо (Батенко, Загородніх, & Ліщинська, 2003). Однак, слід відзначити базову характеристику проектної діяльності, зв'язану з надзвичайно важливою для сучасної людини потребою невпинно адаптуватися до вимог, що постійно змінюються, у свою чергу змінюючи їх. У такій самоузгодженій єдності проекти є відповіддю на виклики, що виникають у сферах високих технологій, соціальній сфері, науково-технічній діяльності та ін.

Поширення проектної діяльності призвело до появи, так званих, проектно орієнтованих галузей, що працюють, насамперед, з інформацією, опис якої та відображення здійснюються різними способами. У свою чергу, невід'ємною ознакою інформації є динамічність та постійні зміни. Тому, з посиленням конкуренції й розвитком інформаційної економіки на передній план виходить унікальність, а не повторюваність подій, що відбуваються. Гнучкість стала девізом сьогодення, а управління проектами, або ж проектний менеджмент, – ключем до досягнення цієї гнучкості. В останні десятиліття сфера управління проектною діяльністю збагатилась новими інструментами спрямованими на вдосконалення процесів розробки проектів та їх реалізації. Таке збагачення відбулося завдяки впровадженню інформаційно-комунікаційних технологій до всіх компонентів управлінської діяльності. Сьогодні ефективне управління проектами неможливе без використання сучасних програмних засобів, оскільки зростають розміри проектів, частота їх виконання, обсяги інформації (Луценко, 2014).

Власне, слово проект дуже часто вживається у нашому житті. Найрізноманітніші заходи різного масштабу можна назвати проектами, якщо вони спрямовані на досягнення визначеної мети, ґрунтуються на скоординованому виконанні ряду дій, мають визначені часові рамки та бюджет (Батенко, Загородніх, & Ліщинська, 2003; Локк, 2004). Проект – це унікальний комплекс взаємозалежних

заходів, спрямованих на досягнення визначеної мети при певних вимогах до строків, бюджету й характеристик очікуваних результатів. Характеристикою кожного проекту є певна мета, заради якої він і створюється, причому ця мета визначає унікальні риси проекту, зв'язані зі сформульованими цілями, з виконавцями проекту, або з умовами, у яких даний проект реалізовується. Будь-який проект обмежений за часом життя. Успішний проект закінчується при досягненні поставленої мети. Звичайно, тривалість життя кожного окремого проекту може варіюватися.

Важливою характеристикою проектів є обсяг визначених ресурсів, виділених на його виконання. У реальності доступні ресурси завжди обмежені: або за кількістю, або за часовим проміжком, протягом якого вони можуть використовуватися, або за якістю (зокрема, за кваліфікацією виконавців). У певному сенсі обмеженим ресурсом є й час, що відводиться на реалізацію проекту. Саме обмеженість ресурсів і часу змушує зацікавлені сторони вживати спеціальних заходів, щоб використати їх оптимально, маючи на меті досягнення поставленої перед проектом мети при розв'язання масиву завдань, що визначають фактичний перебіг проекту. Вищезгадані заходи й визначають суть управління проектом (Батенко, Загородніх, & Ліщинська, 2003).

Управління проектом – це процес планування, організації й контролю за станом завдань і ресурсів проекту, спрямований на своєчасне досягнення мети проекту (Богданов, 2003). Таким чином при побудові діючої системи управління проектом повинне бути забезпечене розв'язання наступних завдань:

- дотримання директивних строків завершення проекту;
- раціональний розподіл матеріальних ресурсів і виконавців між завданнями проекту, а також у часі;
- своєчасна корекція вихідного плану відповідно до реального стану справ.

Перераховані завдання тісно зв'язані між собою, і недостатня увага до одного з них неминуче призведе до появи проблем за двома іншими напрямками. Наприклад, невдалий розподіл ресурсів неодмінно призведе до відхилення від запланованих строків виконання завдань проекту, а невміння скоригувати початковий план з урахуванням реальних обставин може звести нанівець всю виконану роботу. Саме тому, для управління проектами повинна застосовуватися спеціальна технологія.

Протягом багатьох років опис проектів і власне проектування об'єктів, процесів і систем здійснювалося з використанням каскадної моделі (моделі «водоспаду», *waterfall model*) життєвого циклу з виділенням послідовних етапів, що, як правило, притаманні всім проектам (рис. 2.1):

- аналіз і планування вимог (requirements);
- проектування (design);
- реалізація (construction);
- упровадження (transition).

Такий спосіб представлення не є уніфікованим, але забезпечує розуміння внутрішньої структури типового проекту. Модель водоспаду була запропонована

У. Ройсом у 1970 році і протягом 70-х-90-х роках ХХ століття замінила метод розробки програмного забезпечення за принципом "кодування – усунення помилок" і стала домінуючою, поширившись з військової сфери на державні структури й великі корпорації (Данчук & Луцюк, 2011).

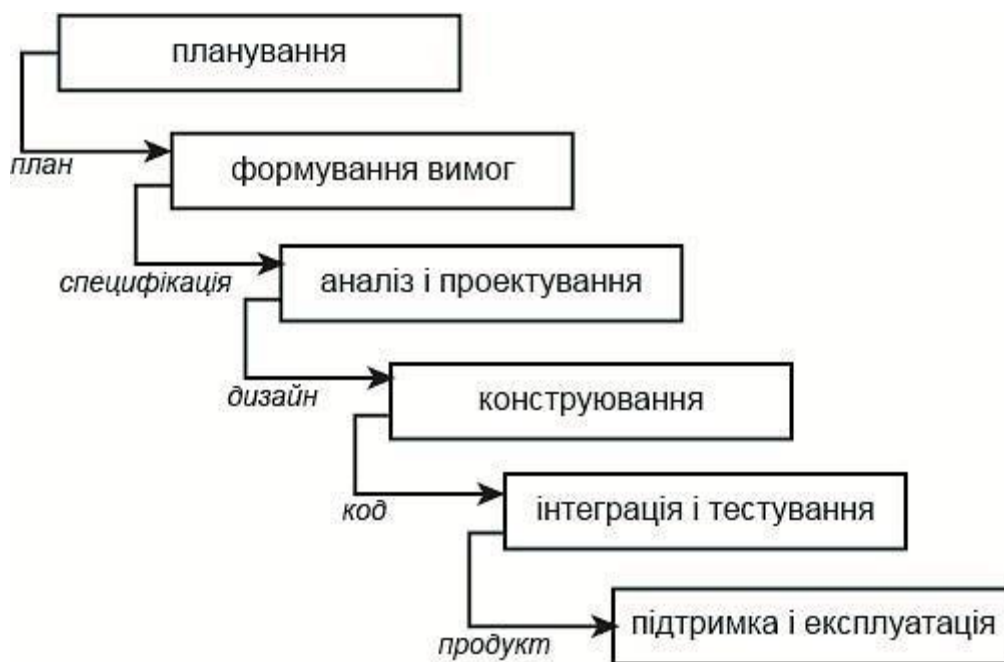


Рис. 2.1. Каскадна модель

Для каскадної моделі надзвичайно важливим є визначення вихідних вимог та створення документації на ранніх етапах проекту. У випадку такої моделі, виконавець виконує всі дії – визначення вимог, проектування, конструювання, інтеграція, тестування і налагодження, встановлення, підтримка – строго послідовно. Перехід до наступного етапу відбувається після успішного завершення попереднього. Кожен етап завершується підготовкою комплекту документації, за обсягом достатнього для продовження цієї розробки іншою командою.

Найвідомішою реалізацією парадигми каскадного методу управління проектами є РМВОК (Project Management Body of Knowledge), розвитком якого займається Інститут управління проектами (Project Management Institute, PMI). Цей інститут є неприбутковою організацією, яка об'єднує понад 290 тис. членів. «Довідник з управління проектами», регулярні видання якого готує PMI, було визнано національним стандартом США. Цей довідник містить набір процесів, що забезпечують виконання завдань управління проектами незалежно від галузі та організації. РМВОК складається з дев'яти функцій: менеджменту обсягів, затрат, часу, якості, людських ресурсів, комунікацій, контрактів/постачання, ризиків, проектної інтеграції.

Перші чотири функції, що спрямовані на управління цілями, включають (Довгань, Мохонько, & Малик, 2017):

1. Управління обсягом проекту — контролює проект за допомогою встановлення його мети, завдань і цілей.

2. Управління затратами — передбачає фінансовий контроль проекту завдяки накопиченню, аналізу та складанню звітів по затратах.

3. Управління часом — передбачає планування, складання календарних графіків та їх контроль для забезпечення вчасного виконання проекту.

4. Управління якістю — забезпечує виконання стандартів якості, встановлених для проекту.

До додаткових функцій віднесено:

1. Управління людськими ресурсами — включає спрямування і координацію діяльності працівників, залучених до проекту.

2. Управління комунікаціями — накопичує інформацію, якою обмінюються члени проектної команди, керівництво, і сприяє успішному завершенню проекту.

3. Управління контрактами/постачанням — передбачає відбір, переговори і підписання замовлень, контроль за постачанням матеріалів, устаткування і послуг (обслуговування).

4. Управління ризиком — залежить від ступеня невизначеності проекту і базується на знаннях та досвіді із зазначенням умов реалізації конкретного проекту.

5. Управління проектною інтеграцією — має забезпечити належну координацію всіх функцій проекту.

Каскадна модель передбачає використання діаграм Ганта – графіків, на яких позначаються етапи роботи та час на їх виконання. Хід виконання робіт детально розмічається та відображається кожен крок роботи (Навр, 2015). На жаль, проблемою діаграм Ганта є їх співвіднесеність з реальним станом справ.

До переваг каскадної моделі належать стабільність вимог, послідовна діяльність з подолання труднощів, узгоджена документація на кожному кроці, ефективність для проектів з чіткими і зрозумілими вимогами. Істотними недоліками такої моделі є її негнучкість, статичність вимог та складність їх формулювання на початку життєвого циклу, лінійна структура проектної діяльності, адже у процесі розроблення з'являється додаткова інформація, що впливає на вимоги до розробки, можуть також змінюватися зовнішні умови її функціонування (Марченко, 2016).

Бурхливий розвиток ІТ-технологій сформував потребу в гнучких та адаптивних підходах, які починаючи з 80-х років все активніше поширюються в сфері управління проектами. Ітераційні підходи до планування та виконання проекту ґрунтуються на підтриманні постійного зв'язку із замовником, що приводить до циклічного нарощування функціональності і вдосконалення продукту.

Альтернативою каскадної моделі стала модель ітеративної та інкрементної розробки (*iterative and incremental development, IID*), що також називається еволюційною моделлю. Ця модель була запропонована Т. Гілбом у 70-х роках ХХ століття. Схема еволюційної моделі наведена на рис. 2.2.

При застосуванні ітеративної та інкрементної моделі життєвий цикл проекту розбивається на послідовність ітерацій, кожна з яких спрямовується на створення окремих функціональних фрагментів. Метою кожної ітерації є створення працюючої версії програмної системи, що включає функціональність, визначену інтегрованим

змістом всіх попередніх та поточної ітерації (Марченко, 2016). Таким чином забезпечується приріст продукту.

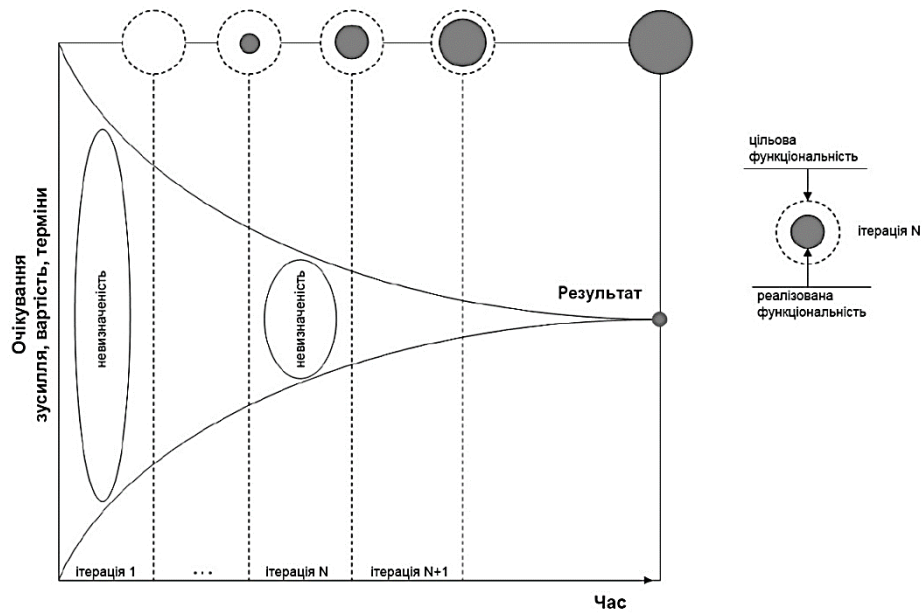


Рис. 2.2. Ітераційна модель

Відмінність між поняттями "інкрементний" та "ітераційний" є наступною. Інкрементна розробка полягає у виготовленні фрагмента продукту, яким може користуватися замовник (рис. 2.3 (позиція а)). Ітераційна розробка полягає у виготовленні різних версій кінцевого продукту із затвердженням проміжних результатів (рис. 2.3 (позиція б)) (SCRUM, 2017).



а



б

Рис. 2.3. Інкрементна (а) та ітераційна (б) розробка

Перевагами інкрементної й ітераційної моделі є:

- зниження ризиків, що виражається в ранньому виявленні конфліктів між вимогами, моделями й реалізацією проекту;
- організація ефективного зворотного зв'язку проектною командою зі замовником, створення продукту, що за всіма характеристиками відповідає потребам замовника;
- швидкий випуск мінімально цінного продукту, що дозволяє вивести цей продукт на ринок і розпочати його експлуатацію раніше.

Недоліками ітеративної та інкрементної моделі є проблеми з архітектурою, необхідність відкидати частину отриманих результатів, відсутність фіксованого бюджету та термінів реалізації проекту, висока імовірність зміни вихідних вимог.

У середині 80-х років Б. Боемом було розроблено оригінальний варіант еволюційної моделі – спіральну модель (spiral model). Розробка Б. Боема ґрунтувалася на класичному циклі Демінга PDCA (plan – do – check – act / планування – дія – перевірка – коригування). Особливістю цієї моделі є спеціальна увага до ризиків розробки, що впливає на організацію життєвого циклу. Спіральна модель пропонує низку можливостей для адаптації вдалих аспектів існуючих моделей процесів життєвого циклу.

Ідея спіральної моделі полягає в створенні прототипів програмного забезпечення за декілька ітерацій (рис. 2.4).

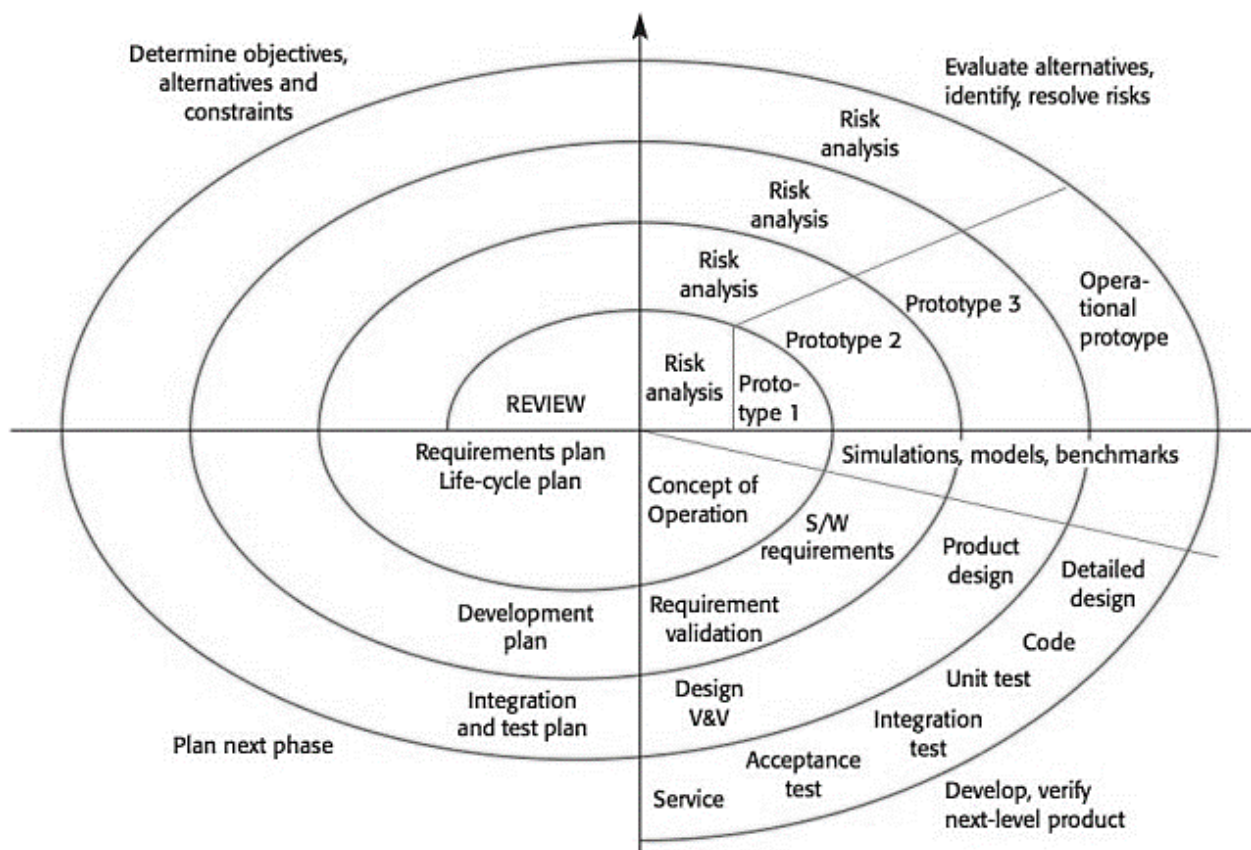


Рис. 2.4. Спіральна модель Боема (<https://softwareengineering.stackexchange.com/>)

Кожна ітерація відповідає створенню фрагмента або версії інформаційної системи. По завершенню ітерації відбувається уточнення цілей і характеристик проекту, оцінка якості отриманих результатів і плануються завдання для наступної ітерації. Хід робіт для спіральної моделі зображується у полярних координатах, де кут відповідає етапу, що виконується, а віддаленість від початку координат – ресурсам, що були витрачені.

До переваг спіральної моделі належать (Гринчуцька, 2017):

- можливість вносити зміни в проект при зміні вимог замовника;
- інтеграція окремих елементів інформаційної системи у єдине ціле, що відбувається практично безперервно;
- зменшення рівня ризиків;
- зростання гнучкості процесу управління проектом, що дозволяє вносити тактичні зміни до розробки;
- стійкість та надійність розробки.

Основною проблемою спіральної моделі є визначення моменту переходу на наступний рівень. Для її вирішення необхідно ввести тимчасові обмеження на кожен з етапів життєвого циклу. Інакше процес розробки може припинитися в нескінченне вдосконалення вже зробленого. При використанні спіральної моделі для розробника зростає невизначеність щодо перспектив розвитку проекту.

Інтенсивний розвиток інформаційних систем і технічних можливостей для їх створення у 90-х роках ХХ століття призвів до появи низки додаткових моделей (Марченко, 2016). Однією з них є об'єктно-орієнтована модель, яка дозволяє конструювати програмні рішення з готових об'єктів, для яких визначаються правила взаємодії з метою переведення об'єктів з одного стану в інший. Об'єктно-орієнтована модель є ефективною для великих проектів, а також для проектів, у яких застосовуються засоби швидкої розробки (RAD, Rapid Application development).

Модель швидкої розробки зосереджується на швидкості й зручності програмування ІТ-продуктів. У ході розробки критерієм підбору інструментарію є мінімізація часу програмування. Мінімізація часу розробки досягається також за рахунок перенесення створених раніше модулів до нових версій. Основна перевага швидкої розробки полягає в тому, що порівняно невеликі групи розробників здатні справлятися з проектами за той же час, який необхідно при застосуванні більш традиційних методів командами на порядок більшої чисельності. Однак швидку розробку недоцільно використовувати для великих проектів, вона орієнтована в основному на невеликі і середні. Ефективне використання швидкої розробки залежить від кваліфікації і досвіду команди розробників.

Наступним етапом у розвитку методологій управління проектами розробки ІТ-продуктів стала гнучка ітераційно-інкрементна методологія – Agile. До найвідоміших методологій гнучкої розробки ПЗ належать Scrum, Lean, CANBAN, Feature Driving Development, Extreme Programming (XP). Agile трактується як набір принципів, що підтримують гнучкість, адаптованість та комунікацію в команді.

Остаточне формулювання засад методології Agile було узгоджене в 2001 році на зустрічі представників різних ІТ-компаній. Автори маніфесту визначили, що для гнучкої методології найвищими цінностями (Values) є (Agile, 2001):

1. Люди та співпраця важливіші за процеси та інструменти.
2. Працюючий продукт важливіший за вичерпну документацію.
3. Співпраця із замовником важливіша за обговорення умов контракту.
4. Готовність до змін важливіша за дотримання плану.

Основні принципи Agile-маніфесту є наступними :

1. Найвищим пріоритетом для нас є задоволення потреб замовника, шляхом завчасного та регулярного постачання програмного забезпечення.
2. Схвальне ставлення до змін, навіть на заключних стадіях розробки. Agile-процеси надають можливість використовувати зміни задля забезпечення конкурентоспроможності замовника.
3. Працюючий продукт слід випускати якомога частіше, з періодичністю від пари тижнів до пари місяців.
4. Впродовж усього проекту розробники і представники бізнесу повинні працювати разом щодня.
5. Над проектом повинні працювати вмотивовані професіонали. Щоб робота була виконана, створіть їм умови, надайте підтримку і повністю на них покладіться.
6. Особиста комунікація – найефективніший та найпрактичніший метод як донести інформацію до команди, так і поширити її всередині.
7. Працюючий продукт – головний показник прогресу.
8. Інвестори, розробники і користувачі повинні мати можливість підтримувати постійний ритм як завгодно довго. Agile допомагає налагодити такий сталий процес розробки.
9. Постійна увага до технічної досконалості і якості проектування підвищує гнучкість проекту.
10. Простота – мистецтво мінімізації зайвої роботи – вкрай необхідна.
11. Найкращі вимоги, архітектурні та технічні рішення виникають у командах, що здатні самоорганізовуватися.
12. Команда регулярно намагається знайти способи підвищення ефективності та відповідно корегує свою роботу.

До переваг методології Agile належать (STH, 2018):

- клієнт постійно відстежує хід проекту в кінці кожної ітерації та спринту;
- кожен спринт надає замовнику робоче програмне забезпечення, яке відповідає його очікуванням відповідно до визначеного замовником завдання;
- команди розробників позитивно ставляться до зміни вимог і можуть приймати їх на різних стадіях проекту;
- постійне двостороннє спілкування забезпечує постійне залучення замовників, тому всі зацікавлені сторони – бізнес та технічні – мають чітке бачення перебігу проекту;
- дизайн продукту ефективний і відповідає бізнес-вимогам.

У сучасній практиці для створення ІТ-продуктів використовуються різні гнучкі методології, серед яких Scrum, XP, Kanban, Lean, FDD, DSDM, ASD та ін. Однією з найпоширеніших гнучких методологій управління проектами є Scrum, що можна перекласти як «шттовханина». Наразі більше половини компаній, які використовують гнучкі методології управління проектами, застосовують Scrum (Марченко, 2016).

Уперше термін Scrum було описано в працях Хіротакі Такеуті й Ікудзіро Нонакі. Відповідно до їх спостережень, невеликі команди, сформовані з фахівців різних профілів, ефективніше працювали над проектами, оскільки їх дії нагадували боротьбу за м'яч, властиву грі в регбі. Власне методологію Scrum було розроблено й детально описано Кеном Швайбером і Джеффом Сазерлендом в 1993 році (Демиденко, 2017). Основні принципи Scrum (з доповненнями та змінами) представлено в так званому «The Scrum Guide» на сайті Scrum.org. Надалі, при описі компонентів Scrum і їх ілюстрації, ми звертатимемося, як правило, до україномовної офіційно визнаної версії посібника (SCRUM, 2017). В україномовних працях активно використовується транслітерована назва– Скрам, яку ми теж будемо вживати.

Scrum – це підхід, який дозволяє вирішувати складні адаптивні проблеми, і водночас продуктивно та творчо розробляти продукти найвищої якості. Зазначимо, що автори Scrum визначають його як підхід, який легкий у теорії, простий для розуміння, але складний для опанування.

У методології Scrum виділяють 3 ролі, 3 артефакти та 5 типів подій (рис. 2.5).

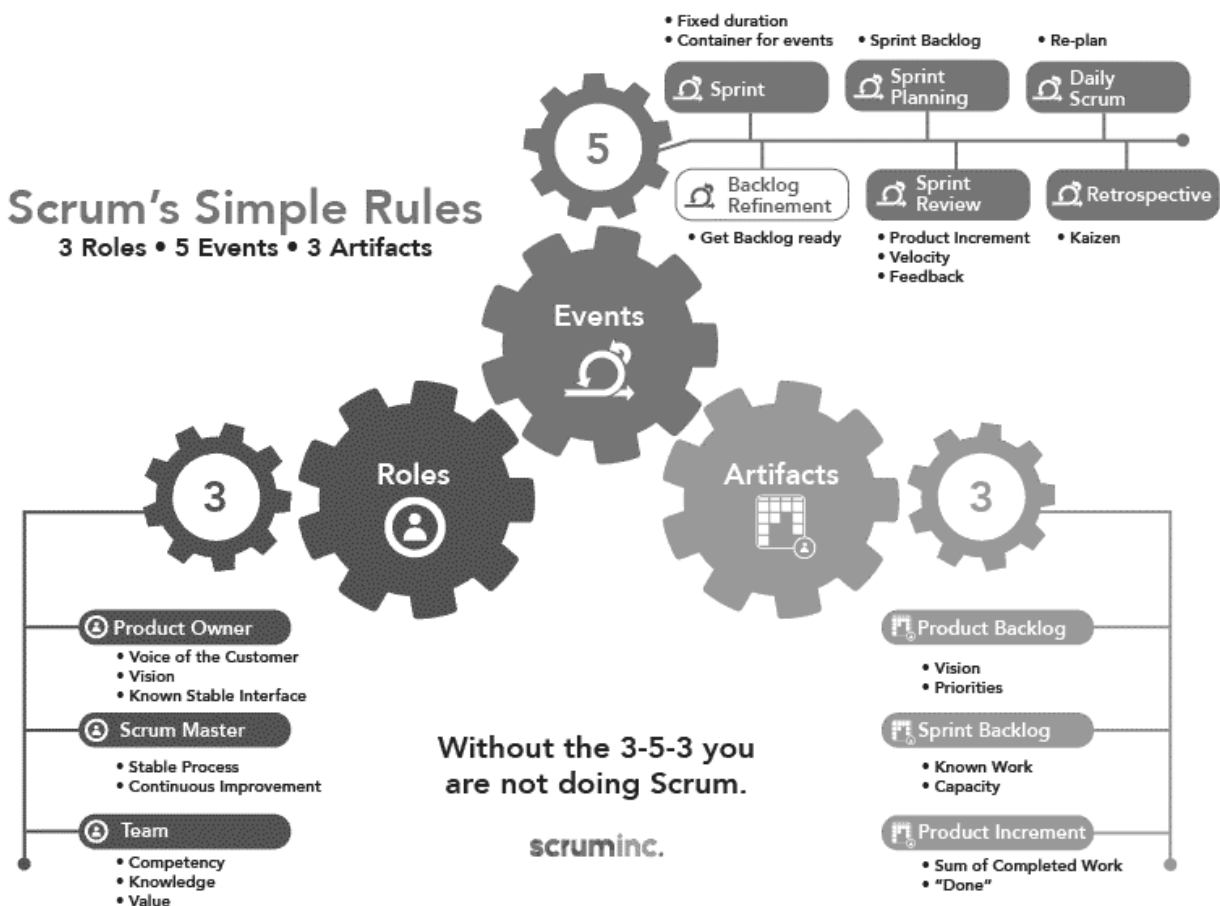


Рис. 2.5. 3-5-3 структура Scrum (ScrumInc, 2018)

Нижче ми наведемо опис структури Scrum, використовуючи оригінальні англійські терміни та їх українські відповідники (перекладені або транслітеровані).

Ролями (Roles) Scrum є:

- Власник Продукту (Product Owner);
- Скрам-Майстра (Scrum Master);
- Команда з Розробки / Скрам-Команда (Development Team).

Робота за методологією Scrum здійснюється з використанням трьох артефактів (Artefacts):

- Журнал Продукту / Беклог Продукту (Product Backlog);
- Журнал Спринту / Беклог Спринту (Sprint Backlog);
- Приріст Продукту / Інкремент Продукту (Product Increment).

Подіями (Events) Scrum є:

- Спринт (Sprint);
- Планування Спринту (Sprint Planning);
- Щоденний Скрам (Daily Scrum);
- Огляд Спринту / Ревю Спринту (Sprint Review);
- Ретроспектива Спринту (Sprint Retrospective).

Алгоритм Scrum можна представити наступними шістьма кроками (Демиденко, 2017):

1. Розділіть колектив розробників проекту на маленькі, багатофункціональні, команди, які можуть самоорганізуватися.

2. Розділіть роботу з реалізації інформаційного проекту на маленькі, конкретні компоненти – задачі. Відсортуйте цей список за пріоритетами (важливістю) та оцініть відносний обсяг роботи за кожним з елементів.

3. Розділіть час відведений на розробку інформаційного проекту на короткі проміжки часу фіксованої довжини – ітерації, які називаються спринтами.

4. Визначте обсяг задач для поточної ітерації-спринту, виконайте їх розробку. Після закінчення кожної ітерації має відбуватися демонстрація потенційно готового до використання продукту.

5. Проаналізуйте і оптимізуйте план доробки задач і корегуйте пріоритети наступних задач спільно з клієнтом, ґрунтуючись на даних, які отримані при демонстрації після кожної ітерації. Оптимізуйте процес розробки інформаційного продукту за допомогою проведення ретроспективного аналізу після кожної ітерації.

6. Повернутися до пункту 4.

Згодом, ми розглянемо детальніше усі аспекти методології Scrum, а зараз опишемо низку інших Agile-підходів.

Kanban – це японський термін, що означає картка. Власне сам підхід було запропоновано менеджерами заводів Тойота для підвищення прозорості процесу виробництва й створення єдиного потоку інформації для опису всіх виробничих потреб, завдань тощо.

У сфері розробки програмного забезпечення, картки Kanban містять дані про роботу над ІТ-продуктом. Приклад типової дошки Kanban наведено на рис. 2.6.

Метою використання карток Kanban є візуалізація перебігу проекту. Кожен член команди за їх допомогою знає про роботу, яку потрібно виконати. Kanban допомагає командам ефективно працювати, керуючись самоврядуванням та спільними зусиллями.

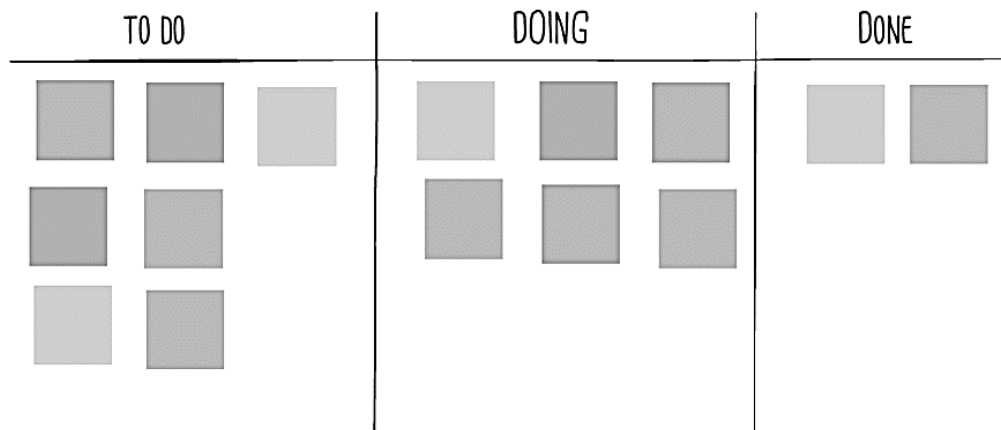


Рис. 2.6. Дошка Kanban

На відміну від Scrum у методології Kanban немає наперед визначених ролей для команди розробників (STH, 2018).

Lean (ощадливе виробництво) – це методологія гнучкої розробки, яка фокусується на зменшенні зайвих ходів, тобто дій, які не працюють на нарощування вартості продукту. Метою концепції Lean є позбутися всіх видів втрат і домогтися максимальної ефективності використання ресурсів шляхом поступального й неперервного вдосконалення всіх бізнес-процесів організації, спрямованих на підвищення задоволеності споживачів (Lean, 2019).

Сутність Lean визначається наступними принципами:

1. Визначити цінність конкретного продукту.
2. Визначити потік створення цінності для цього продукту.
3. Забезпечити безперервне (протягом всього потоку) створення цінності продукту.
4. Дозволити споживачеві отримувати продукт.
5. Прагнути досконалості.

У розробці ІТ-продуктів розробники мають:

1. Мінімізувати втрати (Eliminating wastage).
2. Посилити навчання (Amplifying learning).
3. Приймати пізні рішення (Making late decisions).
4. Забезпечити швидке представлення результатів (Quick delivery).
5. Надавати повноважень командам (Empowered teams).
6. Забезпечити вбудовану інтеграцію (Built-in integrity).

7. Підтримувати сприйняття картини в цілому (Look at the whole picture).

Методологія швидкої розробки **eXtreme Programming**. Перший проект, що реалізовувався з використанням методології XP, датується 1995 роком. Сучасна версія XP налічує тридцять основних практик та одинадцять додаткових (Марченко, 2016). Усі практики поділяються на чотири категорії:

- аналіз вимог і проектування;
- команда і людський фактор;
- проектування;
- програмування та випуск продукту.

Структура методології XP наведена на рис. 2.7.

У методології XP функціональність програми описується з використанням коротких оповідань (user stories), у яких робота системи представлена з точки зору замовника.

Розробка проекту відбувається з використанням ідеї щотижневих циклів. На початку тижня відбувається зібрання, на якому замовник обирає, які історії користувачів будуть реалізовуватися.

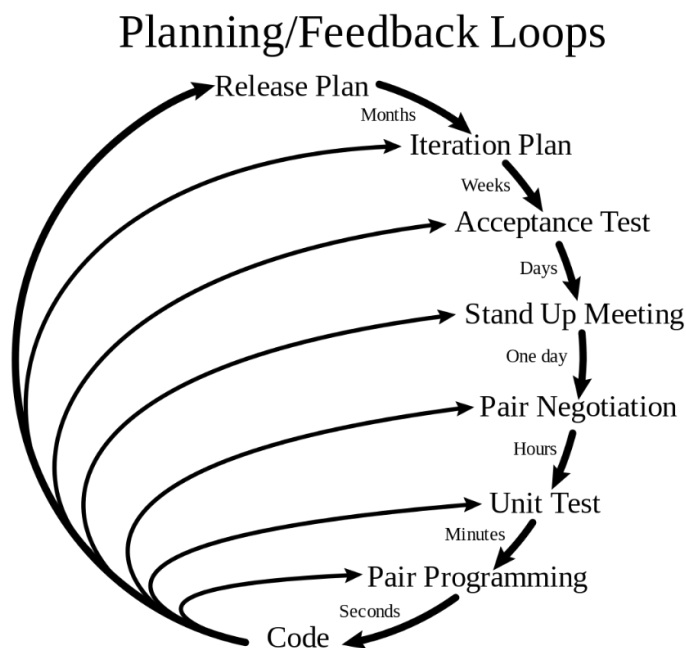


Рис. 2.7. Методологія швидкої розробки

Відповідно до вимог XP, що співпадає з вимогами методології Scrum, команда розробників повинна працювати в одному великому приміщенні для полегшення спілкування. Команда XP повинна складатися з працівників, що володіють усіма необхідними для проекту навичками і знаннями. Всіх їх повинно об'єднувати почуття приналежності до спільної справи, що відображається у постійній підтримці один одного. Важливо, що методологія XP виступає проти понаднормової роботи, адже працівники не повинні бути виснаженими, для кращої зосередженості на завданнях.

2.2. Опис методології гнучкої розробки SCRUM

Зважаючи на той факт, що серед перерахованих вище методологій, саме Scrum вдалося вийти за рамки сфери розробки програмного забезпечення й проникнути в інші сфери, зокрема й у освітні практики, розглянемо детальніше цю методологію.

В основу методології Scrum покладено теорію управління емпіричними процесами. Реалізація контролю за емпіричним процесом здійснюється з використанням трьох наступних принципів (Демиденко, 2017):

1. *Прозорість (transparency)*. Важливі аспекти процесу повинні бути видимими для тих, хто відповідає за результат. Під “прозорістю” мають на увазі, що такі аспекти повинні бути визначені загальними стандартами; це дозволить усім учасникам мати єдине розуміння проекту й продукту.

2. *Перевірка (inspection)*. Користувачі Scrum повинні часто перевіряти артефакти та прогрес у просуванні до цілі спринту для своєчасного виявлення небажаних відхилень, однак перевірка не повинна відбуватись настільки часто, щоб заважати роботі. Перевірки є найбільш ефективними, якщо їх здійснюють кваліфіковані працівники безпосередньо під час робочого процесу.

3. *Адаптація (adaptation)*. Якщо за результатами перевірки інспектор робить висновок, що один або більше аспектів процесу відхиляються від допустимих норм, і, що продукт, який ще розробляють, буде неприйнятним, тоді необхідно врегулювати процес або замінити ресурси. Зміни потрібно вносити якнайшвидше, щоб звести до мінімуму подальше відхилення від норми.

Зазначимо, що Scrum орієнтується на самоорганізовану та спрямовану на досягнення спільної цілі команду, що є крос-функціональною і може працювати взаємоузгоджено. Команди Scrum є достатньо компетентними для вибору найкращих практик для досягнення цілей спринтів. Типова команда складається з шести осіб (+/- 3 особи). Оскільки комунікація і співпраця є важливими для Scrum, команда розробників працює у одному приміщенні за спільним столом.

Розглянемо детальніше ролі розробників Scrum (рис. 2.8). Як зазначалося вище, кожна команда, що працює з дотриманням методології Scrum, складається з Власника Продукту (Product Owner), Скрам-Майстра (Scrum Master) та Команди з розробки / Скрам-Команди (Development Team) (SCRUM, 2017; Демиденко, 2017; ScrumInc, 2018). Тут і надалі використано ілюстрації з сайтуSTH (STH, 2018).



Рис. 2.8. Учасники команди Scrum

Власник Продукту – обов'язково одна людина, яка є фактично голосом замовника (зацікавлених сторін) і тому саме він відповідає за злагоджену співпрацю команди розробників та зацікавлених сторін (рис. 2.9).

Власник Продукту	Власник Продукту є членом Команди Scrum
	Володіє розвинутими навичками комунікації
	Пов'язує Замовника та Команду з Розробки
	Відповідає за Журнал Продукту
	Уповноважений приймати рішення
	Висококваліфікований фахівець
	Зосереджений та відкритий для взаємодії

Рис. 2.9. Вимоги до Власника Продукту

Власник Продукту має володіти п'яти рівнями планування у методології Agile. Перший рівень пов'язаний із стратегічним плануванням розробки і впровадження інформаційного продукту. На другому рівні відбувається розробка дорожньої карти – короткострокового або довгострокового плану випуску виробником будь-якого продукту. Власник Продукту може планувати версії ІТ-продукту, використовуючи дорожню карту. На третьому рівні відбувається планування спринту разом із командою розробників. Четвертий рівень пов'язаний з плануванням роботи команди й узгодженням опису продукту, відповідно до вимог методології Scrum. П'ятому рівню відповідає організація щоденних нарад для перевірки і узгодження просування робіт для досягнення мети спринту.

Рівень доступності Власника Продукту (за матеріалами курсу "Software Engineering Essentials" платформи EdX):

- Постійний: завжди серед колективу й доступний для команди, зосереджується на подоланні відставання у розробці продукту.
- За потреби: постійно доступний, коли виникає потреба, однак, може виконувати й інші обов'язки.
- Матричний: працює над декількома продуктами чи проектами, визначає час зустрічей виходячи з власних завдань.
- Мінімальний: доступний лише під час спринтів.
- Відсутній: доступний, але зі значними перервами й без попередньо визначених планів.

Функції Власника Продукту:

- управляє очікуваннями замовників і всіх зацікавлених осіб;
- координує і визначає пріоритети в спеціальному описі продукту;

- надає зрозумілі вимоги команді;
- взаємодіє з командою і замовником;
- відповідає за приймання готового продукту в кінці кожної ітерації;
- Власник Продукту ставить завдання команді, але він не має права

ставити завдання для конкретного члена проектної команди протягом спринту.

Лише Власник Продукту відповідає за специфічний (у контексті методології Scrum) опис проектної розробки – Беклог Продукту.

Управління Беклогом Продукту передбачає виконання наступних дій:

- чітко визначити елементи Беклогу Продукту;
- упорядкувати елементи Беклогу Продукту так, щоб максимально досягти поставлених цілей та завдань;
- оптимізувати ефективність роботи, яку виконує Команда з Розробки;
- забезпечити доступність, прозорість та розуміння Беклогу Продукту для усієї Скрам-Команди, а також зазначити елементи, над якими Скрам-Команда працюватиме найближчим часом;
- переконатись, що Команда з Розробки розуміє вимоги Беклогу Продукту на належному рівні.

Для того щоб Власник Продукту успішно виконував свої обов'язки, всі члени організації повинні поважати його рішення.

Команда з Розробки (рис. 2.10) складається з професіоналів, які розробляють потенційно придатний до випуску приросту (інкременту) “готового” продукту в кінці кожного спринту.

“Готовий” інкремент повинен бути готовий уже на час перегляду спринту. Інкремент створюють тільки члени Команди з Розробки.

Команда з розробки	Кожен є рівнозначним членом Команди Scrum
	Є крос-функціональною
	Є самодостатньою
	Є самоорганізованою
	Спільно відповідає за кінцевий продукт
	Об'єднує висококваліфікованих фахівців
	Зосереджена на цілі та відкрита для взаємодії

Рис. 2.10. Властивості Команди з Розробки

Команда з Розробки є структурованою, а також організація уповноважує їх самостійно керувати своєю роботою. Ця синергія посилює продуктивність та ефективність роботи Команди з Розробки.

Характерні риси Команди з Розробки:

- Самоорганізованість. Ніхто, навіть Скрам-Майстер, не може директивно наказувати Команді з Розробки, як правильно перетворити Беклог Продукту на Інкремент функціональності, потенційно придатної для випуску.
- Крос-функціональність. Команди з Розробки володіють усіма навичками, необхідними для розробки Інкременту продукту.
- Згідно зі Scrum, усі члени Команди з Розробки є рівними і не діляться на посади незалежно від роботи яку вони виконують.
- Згідно зі Scrum, у Команді з Розробки немає ніяких підгруп, незалежно від залучення фахівців з певних галузей таких, як тестування, архітектура, операції, чи бізнес-аналіз.
- Деякі члени Команди з Розробки можуть володіти спеціалізованими знаннями у певних сферах, однак відповідальність за роботу в цілому несе уся Команда з Розробки.

Типи учасників Команди з Розробки:

- Загальний спеціаліст: член команди, що за потреби може виконувати різні ролі, але підготовлений краще до роботи за одним з напрямків (як правило, розробник).
- Розробник/Девелопер: технічний член команди, який фокусується переважно на розробці продукту відповідно до специфікації.
- Бізнес-аналітик/Тестувальник: аналітик, який визначає та перевіряє роботу, виконану командою, на відповідність вимогам Власника продукту.
- Технічний письменник: аналітик, що підтримує інших членів команди, готуючи нотатки, примітки, описи метаданих тощо.
- Архітектор: член команди, що має досвід в технічній чи бізнес-сфері, та виконує функції експерта в предметній області.
- Команда підтримки: член команди, що забезпечує функціонування технологій підтримки, наприклад, програмного забезпечення для відстеження роботи, складання, розгортання, обробки тощо.

Скрам-Майстер – це керівник, що відповідає за поширення та підтримку методології Scrum у компанії, дотримуючись цінностей і принципів, так як визначено у Посібнику зі Скраму. Скрам-Майстер допомагає команді зрозуміти теоретичні засади, практики, правила та цінності Скраму (рис. 2.11). Скрам-Майстер є водночас лідером та помічником для Скрам-Команди. Скрам-Майстер також допомагає особам, що не входять до складу Команди з Розробки зрозуміти, які їхні взаємодії зі Скрам Командою є корисними для проекту, а які – ні. Скрам-Майстер допомагає вносити зміни в такі взаємодії для збільшення ефективності роботи Команди з Розробки.

Типи фасілітації Скрам-Майстра:

- Фасілітатор: планує зустрічі, щоденні обговорення, координує взаємодію із зацікавленими сторонами.

- Керівник проекту: працює як фасилітатор, а також управляє людськими ресурсами, відповідає за звітність та результати проекту.
- Молодший керівник проекту: працює фасилітатором і відповідає за звітність та результати проекту для команди Scrum.
- Бізнес-аналітик: працює фасилітатором, а також забезпечує підтримку Власника Продукту та Команди з Розробки.

Скрам-Майстер	Є членом Команди Scrum
	Володіє навичками організації Scrum
	Володіє навичками вирішення проблем
	Спрямований на підтримку співпраці
	Володіє навичками фасилітації
	Висококваліфікований фахівець
	Зосереджений на цілі та відкритий для взаємодії

Рис. 2.11. Властивості Скрам-Майстра

Типи доступності Скрам-Майстра (за матеріалами курсу "Software Engineering Essentials" платформи EdX):

- Виділений: працює лише з певною командою.
- Розподілений: працює з декількома командами Scrum (можуть бути однакові або різні продукти).
- Ротаційний: є членом команди розробників і діє як Скрам-Майстер для спринтів.
- Матричний: може входити до відділу, який відповідає за департамент, програму, офіс управління програмами тощо.
- Мінімальний/відсутній: доступний лише для подій Scrum.

Скрам-Майстер тісно співпрацює з Власником Продукту. При цьому він виконує наступні завдання (SCRUM, 2017):

- Гарантує те, що Команда з Розробки дійсно розуміє цілі, мету й предметну область продукту.
- Виявляє методи ефективного управління Беклогом Продукту.
- Допомагає Команді з Розробки зрозуміти необхідність чітких та лаконічних елементів Беклогу Продукту .
- Допомагає зрозуміти планування продукту в емпіричному середовищі.
- Пересвідчується, що Власник Продукту знає, як впорядкувати Беклог Продукту так, щоб оптимізувати ефективність роботи.
- Розуміє та практикує гнучкі методи розробки та управління.

- Допомагає на Скрам- нарадах при необхідності.

Також, до функцій Скрам-Майстра належать:

- Організація навчання для Команди з Розробки, для підтримки її самоорганізованості та крос-функціональності.
- Допомога в створення високоякісні продукти.
- Усування перешкод, що виникають у ході виконання проекту.
- Підтримка Команди під час Скрам-нарад (за необхідності).
- Організація тренінгів для Скрам-Команди, з вивчення й упровадження методології Скрам.

Скрам-Майстер також активно допомагає організації, в якій він працює, діяти з дотриманням усіх вимог Scrum:

- Спрямовує та тренує організацію при впровадженні Скраму.
- Планує впровадження Скраму в межах організації.
- Допомагає працівникам компанії та зацікавленим особам зрозуміти і впровадити Скрам та принципи емпіричної розробки продукту.
- Вносить зміни, щоб покращити продуктивність Скрам-Команди.
- Співпрацює з іншими Скрам-Майстрами, щоб оптимізувати використання Скраму в межах організації.

Планування і організація у Scrum виконується ітераційно. Схема організації Scrum відображена на рис. 2.12.

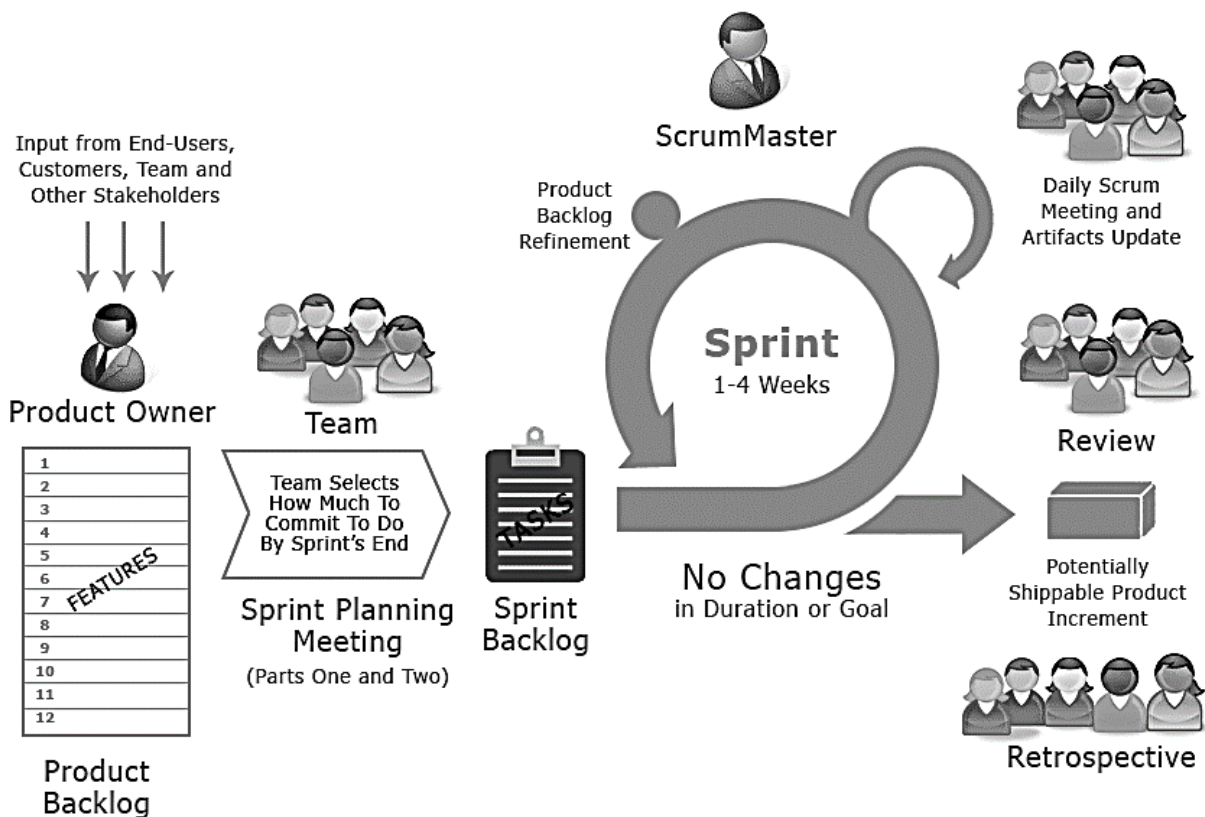


Рис. 2.12. Загальна структура Scrum
(<https://colaninfotech.com/scrum-methodology/>)

Розглянемо тепер Беклог продукту (Product Backlog), Беклог Спринту (Sprint Backlog) та Приріст Продукту (Product Increments), що утворюють групу артефактів Scrum (SCRUM, 2017; ScrumInc, 2018). Ці артефакти співвідносяться між собою як наведено на рис. 2.13.

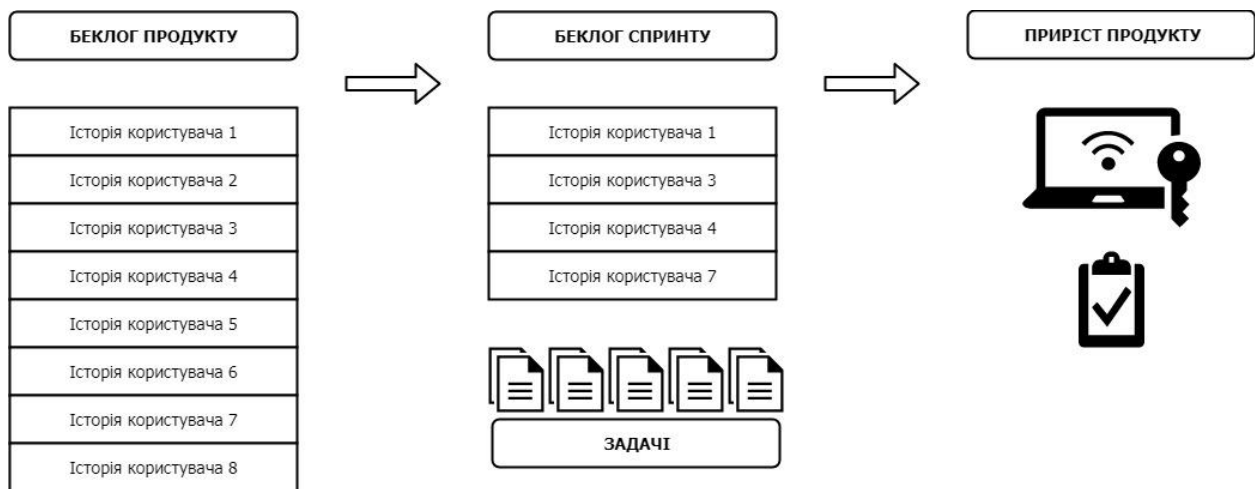


Рис. 2.13. Беклог Продукту та Беклог Спринту

Product Backlog (Беклог Продукту, Журнал Продукту) – це впорядкований список усього, що повинен містити продукт; він є єдиним джерелом вимог до будь-яких змін у продукті. Початкова версія Беклогу Продукту містить лише відомі та найбільш зрозумілі вимоги. Надалі його оновлюють в міру оновлення самого продукту та середовища, в якому його розробляють. Тобто Беклог Продукту є динамічним, він постійно змінюється, щоб відповідати вимогам продукту, його придатності та конкурентоспроможності.

Беклог Продукту містить всі властивості, функції, вимоги, вдосконалення та виправлення дефектів, тобто ті дані, які визначають зміни, і які потрібно зробити у наступних випусках продукту. Журнал Продукту представляється у табличній формі й може розроблятися в будь-якому зручному редакторі.

Елементи Беклогу Продукту повинні мати короткий опис, порядковий номер, оцінку обсягів роботи та їх важливість (пріоритетність). Обсяг робіт вимірюється в Одиницях Історії / Сторі Поінтах (Story Points), що визначаються як кількість робочих днів, потрібна для команди оптимального розміру, для виконання певної задачі. Беклог Продукту обов'язково включає коротке пояснення того, як буде завершена задача буде продемонстрована наприкінці спринту.

Всі вимоги записуються природною мовою за єдиним шаблоном, який називається User Story (Історія Користувача). Кожна із Історій Користувача описує, що очікує виконавець певної ролі очікує від розробки та яку вигоду має отримати (яку потребу зможе задовольнити). Вимоги складаються так, що очевидно і зрозуміло, наскільки цінними вони є для користувача. Розроблені Історії Користувачів сортуються за пріоритетами, які потрібно переглядати після кожного з спринтів.

Типовий спосіб запису історії користувача є наступним: Як < Користувач / Тип користувача > я хочу < деяка досяжна мета / ціль > для < деякого результату чи з деякої причини >.

Історії користувачів мають бути короткими, реалістичними, можуть бути оцінені, для них можна визначити чіткі й однозначні критерії перевірки. Критерій перевірки використовується при тестуванні виконаних завдань.

Історії користувачів оцінюються за рівнем складності. Така оцінка є відносною, а не абсолютною. Для отримання максимально об'єктивної оцінки історій використовують методика, запропоновану Майком Коном. Вона отримала назву покер планування (planning poker). Кожен член команди отримує колоду карт, на яких наведені числа, що відповідають ряду Фібоначчі (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21 і т. д.). Чим вище число, тим складнішою вважається історія. До набору можуть включати також карти зі значеннями "0", що означає повну готовність історії, "1/2", що означає зовсім нескладну задачу, "?", яку можна обирати за відсутності відповіді.

Після озвучення історії користувача, кожен з членів Скрам-команди обирає карту та кладе її, не відкриваючи обране значення. Карти відкриваються, коли всі учасники визначаються з оцінкою, що дозволяє уникнути несамостійності оцінювання та "тиску" від колег. Для отриманих оцінок визначається середнє значення. У випадку, якщо всі оцінки знаходяться в одному діапазоні, то складність історії користувача вважається встановленою. Якщо ж спостерігається значний розкид думок, то ведучий засідання виділяє час на обговорення й нове голосування. Занадто складні історії пропонується розбивати на дрібніші.

Важливо нагадувати членам команди, що кожен з них оцінює загальний обсяг робіт, а не лише власну частину.

Таким чином, до складу Беклогу Продукту входять:

- Історія Користувача (User Story): що потрібно користувачу та що має для нього цінність;
- Технічний опис (Technical Story): не має цінності для користувача, але має бути реалізовано – елементи діючої системи, які не пов'язані безпосередньо із задачами кінцевого користувача;
- Технічні вимоги (Technical Debt): що потрібно для того, щоб робити розробку ефективнішою (автоматизація, реінжиніринг, документація);
- Дефекти (Bugs): задачі з виправлення помилок.

Елементи Беклогу Продукту часто містять описи тестів, які будуть доказом його цілковитої завершеності. Коли продукт починають використовувати і є можливість отримати перші відгуки ринку, його Беклог стає більш повним та вичерпним. Вимоги до продукту постійно змінюються, тому Беклог Продукту – це живий артефакт. Зміни бізнес вимог, ринкових умов та технологій призводять до змін Беклогу Продукту.

Sprint Backlog (Беклог Спринту) – це набір елементів Беклогу Продукту, вибраних для виконання у поточному Спринті, фактичний план розробки Інкременту продукту та досягнення Цілі Спринту. Типовий вигляд Беклогу Спринту наведено на рис. 2.14.

PBI	Todo	In Progress	Done

Рис. 2.14. Беклог Спринту

Зазначимо, що для Беклогу Спринту використовується представлення, аналогічне дошці Kanban.

Беклог Спринту – це прогноз Команди з Розробки щодо функціональності, яка стане частиною наступного Інкременту, а також роботи, яку необхідно виконати, щоб функціонал став “готовим” Інкрементом.

Беклог Спринту візуалізує ту роботу, виконання якої Команда з Розробки вважає необхідною для досягнення Цілі Спринту. Щоб забезпечити постійне вдосконалення, Беклог Спринту має містити хоча б один найбільш пріоритетний напрямок, в якому буде рухатись команда. Цей напрямок визначається на попередній Ретроспективі.

Беклог Спринту — це достатньо деталізований план, прогрес виконання якого можна побачити на Щоденному Скрамі. Команда з Розробки вносить зміни до Беклогу Спринту протягом усього Спринту, тому Беклог Спринту постійно змінюється. Такі зміни відбуваються тому, що в процесі роботи Команда з Розробки дізнається все нові й нові деталі про роботу, яку потрібно виконати для досягнення Цілі Спринту.

Product Increment (Приріст Продукту) – це сума всіх елементів Беклогу Продукту, виконаних під час спринту і значення приростів усіх попередніх спринтів. Для того, щоб отриманий результат можна було вважати приростом, він повинен відповідати заздалегідь визначеному опису "позитивного" результату. Приріст Продукту можна перевірити, використати і протестувати, щоб переконатися у відповідності критеріям готовності. З розвитком та вдосконаленням Скрам-Команди, поняття “готового” продукту може розширяться та включати строгіші критерії для забезпечення кращої якості. Нові визначення, по мірі їх виникнення, можуть мати вплив на загальний продукт, виявляючи роботу, яку потрібно додатково виконати у попередньому “готовому” Інкременті. Для будь-якого продукту або системи, які розробляють, визначення “готовий” є стандартом.

Методологія Scrum включає п'ять видів подій (Scrum Events): Спринт (Sprint), Планування Спринту (Sprint Planning), Щоденний Скрам (Daily Scrum), Огляд Спринту (Sprint Review), Ретроспектива Спринту (Sprint Retrospective) (рис. 2.15).

Основою Скраму є Спринт, що триває місяць або менше, в результаті якого створюють "готовий" та потенційно придатний до випуску Інкремент продукту. Тривалість Спринтів є однаковою протягом усього періоду розробки. Наступний Спринт починається відразу ж після закінчення попереднього.

Під час Спринту:

- Не допускається внесення жодних змін, які би ставили під загрозу досягнення Цілі Спринту.
- Вимоги до якості продукту залишаються незмінними.
- Команда з Розробки може уточнити та повторно обговорити з Власником Продукту об'єм роботи у процесі розробки.

Кожен Спринт можна вважати проектом тривалістю місяць. Як і інші проекти, Спринт використовують для досягнення певних цілей. Кожен Спринт повинен мати чітко визначену мету того, що потрібно розробити; дизайн та гнучкий план, які допоможуть в розробці; сам робочий процес та власне інкремент продукту, як результат цієї роботи.



Рис. 2.15. Події Scrum

Спринт можна скасувати завчасно, проте лише Власник Продукту може це зробити за власним рішенням або під впливом зацікавлених осіб, Команди з Розробки або ж Скрам-Майстра. Спринт скасовують в тому випадку, якщо його цілі вже неактуальні. Це може відбутися внаслідок зміни напрямку роботи компанії, технологій або ж умов ринку.

Робота, яку будуть виконувати під час Спринту, планується на нараді з Планування Спринту. Команда з Розробки спільно розробляє план.

Для Спринту тривалістю місяць часові рамки такої наради становлять максимум вісім годин. Для коротших Спринтів на планування виділяють зазвичай менше часу. Скрам-Майстер відповідає за те, щоб нарада відбулася і учасники розуміли її мету. Скрам-Майстер учить Команду з Розробки дотримуватись встановлених часових рамок під час нарад.

Планування Спринту відповідає на такі питання:

1. Який Інкремент буде розроблено під час Спринту?
2. Як буде розроблено Інкремент?

Команда з Розробки планує функціональність, яку буде розроблено під час Спринту. Власник Продукту обговорює ціль, яку потрібно досягти в цьому Спринті, та елементи Беклогу Продукту, виконання яких допоможе досягнути Цілі Спринту. Уся Команда з Розробки спільно працює над тим, щоб зрозуміти, що потрібно буде виконати протягом Спринту.

Вхідними даними для цієї наради є Беклог Продукту, останній розроблений Інкремент продукту, можливості Команди з Розробки та попередні показники її продуктивності. Кількість елементів із Беклогу Продукту, які Команда здатна виконати у Спринті, визначає саме Команда. Тільки Команда з Розробки може об'єктивно оцінити обсяг роботи, який вона зможе виконати в наступному Спринті.

Протягом Планування Спринту Скрам-Команда також починає формувати Ціль Спринту. Ціль Спринту (Sprint Goal) – це мета, яку буде досягнуто під час Спринту завдяки реалізації Беклогу Спринту, і яка вказує Команді з Розробки, чому вона створює цей Інкремент.

Коли визначено Ціль Спринту та вибрано елементи Беклогу Продукту для Спринту, Команда з Розробки вирішує, як протягом Спринту втілити кожну окрему функціональність у “готовий” Інкремент продукту. Елементи Беклогу Продукту, обрані для виконання під час Спринту, та план їх розробки називають Беклогом Спринту (Sprint Backlog).

Як правило, Команда з Розробки починає з планування роботи і системи, завдяки яким Беклог Спринту можна перетворити на працюючий Інкремент продукту. Робота може відрізнятись об'ємом та складністю. Проте зазвичай під час Планування Спринту Команда з Розробки планує такий обсяг роботи, який можна виконати за Спринт. До закінчення цієї наради роботу, заплановану Командою з Розробки на перші дні Спринту, розбивають на вимоги, які можна виконати за день або й менше. Команда з Розробки сама організовує роботу, плануючи поетапність виконання вимог із Беклогу Спринту як під час Планування Спринту, так і в разі потреби протягом усього Спринту.

Щоденний Скрам — це 15-хвилинна нарада для Команди з Розробки, яку проводять кожного дня Спринту. На цій нараді Команда з Розробки планує роботу на найближчі 24 години. Такий підхід оптимізує співпрацю та результативність Команда з Розробки за допомогою перевірки того, що було зроблено з часу проведення попереднього Щоденного Скраму та планування роботи на наступний Спринт. Ці наради проводять щодня в той самий час і в тому ж місці, щоб уникнути плутанини.

Члени Команди з Розробки використовують Щоденні Скрами для контролю за прогресом просування до Цілі Спринту, а також контролю за прогресом виконання роботи з Беклогу Спринту.

Команда з Розробки визначає структуру мітингу і може провести його по-різному, але при умові, що вона фокусується на досягненні Цілі Спринту. Деякі Команди використовують питання, інші – більше зосереджуються на обговореннях.

Ось приклад питань та обговорень, які можна використати (рис. 2.16):

- Що мені вдалось зробити вчора, щоб допомогти Команді досягнути Цілі Спринту?
- Що я зроблю сьогодні, щоб допомогти Команді досягнути Цілі Спринту?
- Чи бачу я які-небудь перешкоди, що заважають мені або Команді досягти Цілі Спринту?

Питання	Що зроблено?
	Який план на сьогодні?
	Які труднощі виявлено?
Умови	Постійне місце, постійний час
	Оновлення статусу проекту
	15 хвилин

Рис. 2.16. Щоденний Скрам

Команда з Розробки або члени команди часто збираються відразу після Щоденного Скраму, щоб детально обговорити, пристосуватись до можливих змін, чи перепланувати роботу, що залишилася у Спринті.

Скрам-Майстер відповідає за те, щоб Команда з Розробки не пропускала такі наради, однак відповідальною за проведення Щоденного Скраму є Команда з Розробки. Скрам-Майстер вчить Команду з Розробки проводити Щоденні Скрами недовше 15 хвилин.

Ревю Спринту проводять в кінці Спринту для перевірки Інкременту та в разі потреби адаптації Беклогу Продукту.

Ревю Спринту передбачає наступне:

- Учасниками наради є Скрам Команда та ключові зацікавлені сторони, запрошені Власником Продукту.
- Власник Продукту пояснює, які елементи Беклогу Продукту є “виконаними”, а які ні.
- Команда з Розробки обговорює, як пройшов Спринт, де виникли труднощі, та як вона з ними впоралася.
- Команда з Розробки демонструє, що було зроблено і відповідає на запитання по Інкременту.
- Власник Продукту обговорює стан Беклогу Продукту та при необхідності припускає можливу кінцеву дату проекту та дату випуску продукту, беручи до уваги швидкість просування роботи.

- Команда спільно обдумує, що робити надалі. Таким чином поточне Ревю Спринту стане основою для наступної наради з Планування Спринту.

- Огляд того, як ринок чи потенційне використання продукту могли змінитись, та, що є найважливішим для виконання в майбутньому.

- Огляд графіку, бюджету, потенційних можливостей і ринку на наступні очікувані релізи функціональності продукту.

Результатом Ревю Спринту є переглянутий та виправлений Беклог Продукту, що визначає найбільш ймовірні завдання для наступного Спринту. Беклог Продукту також може бути виправленим, щоб відповідати новим вимогам.

Ретроспектива Спринту дає Команді з Розробки можливість перевірити себе та створити план дій для покращення процесів та роботи вже в наступному Спринті.

Ретроспектива Спринту відбувається після Ревю Спринту перед наступним Плануванням Спринту. Для Спринту тривалістю один місяць ця нарада триває не більше ніж три години. Для коротших Спринтів ця нарада зазвичай коротша. Скрам-Майстер відповідає за те, що нарада відбувається і учасники розуміють її мету.

Метою Ретроспективи Спринту є:

- Перевірити, наскільки успішно пройшов Спринт, беручи до уваги злагодженість роботи Команди з Розробки, процеси та інструменти.

- Визначити та впорядкувати основні елементи роботи, які пройшли успішно, і ті, які можна було виконати краще.

- Розробити план впровадження покращень у процес роботи Скрам Команди.

До завершення Ретроспективи Спринту Команда з Розробки повинна визначити шляхи покращення процесу роботи, які вона реалізує у наступному Спринті. Власне впровадження цих змін у наступному Спринті і є адаптацією Команда з Розробки до перевірки. Хоча зміни можна додати в будь-який час, Ретроспектива Спринту є формальною можливістю зосередитись на перевірці та адаптації.

2.3. Використання ідей Agile в освітній сфері

У 2018 році Світовим економічним форумом було презентовано черговий звіт «*Future of Jobs*» (Звіт про роботу майбутнього), який, зокрема, містить інформацію про ключові навички, запит на які буде зростати серед роботодавців у найближчому майбутньому. На думку дослідників до 2022 року лідируючі позиції серед ключових навичок посядуть (World Economic Forum, 2018, p. 12):

1. Аналітичне мислення та інноваційність.
2. Активне навчання та освітні стратегії.
3. Креативність, оригінальність та ініціативність.
4. Технологічне проектування й програмування.
5. Критичне мислення і аналіз.
6. Вирішення комплексних проблем.

Запит на перераховані вище тренди є одним з чинників, що визначають і запит на зміни в системі вищої освіти, зокрема, у підготовці майбутніх інженерів. Формування очікуваних якостей майбутніх фахівців може здійснюватися лише в умовах наскрізної модернізації системи освіти. Така модернізація має включати диверсифікацію видів навчальної діяльності студентів, включаючи розвиток міждисциплінарної активності. Як підтверджується низкою публікацій, залучення студентів до практико орієнтованих міждисциплінарних проектів сприяє розвитку навичок креативності й вирішення інженерних проблем, акумулюючи й інтегруючи ідеї з різних дисциплін (A-STEP 2030, 2018).

Не менш важливою й очікуваною рисою сучасної освіти є адаптивність. На організаційно-управлінському рівні, адаптивність передбачає перманентну модернізацію освітніх програм з урахуванням глобалізаційних, технологічних і соціальних впливів. На рівні викладачів – здатність адаптувати зміст дисциплін до вимог сучасності з урахуванням інноваційних наукових і технічних здобутків та до потреб студентів, що відповідає парадигмі студентоцентрованої освіти. На рівні студентів адаптивність пов'язана зі здатністю розпізнавати власні освітні потреби й успішно провадити самостійне навчання упродовж життя.

Протягом багатьох років, проектно орієнтоване навчання самостійно та в поєднанні з проблемно орієнтованим навчанням розглядалися як дієві підходи для формуванню широкого спектру фахових і загальних компетентностей (Kolmos, de Graaff, & Du, Diversity of PBL – PBL learning principles, 2009).

Наразі ідеї гнучкого управління проектами та його окремі методології широко застосовуються для продуктів, сервісів та управління у найрізноманітніших сферах людської діяльності, зокрема й у освітній. У випадку освітньої діяльності, застосування методології гнучкого управління привело до появи нового терміну й нового підходу – Agile Learning.

Як зазначалося раніше, команди, які працюють за принципами Agile, не слідує строго визначеному плану дій під час проектної діяльності. Їх робота має циклічний характер, з використанням коротких, фіксованих у часі (time-boxed) ітерацій, що дозволяють регулярно відстежувати готовність продукту та отримувати зворотній зв'язок від колег та замовників продукту. Програмісти, які використовували гнучкі методології, відзначають, що такий шлях поєднання в реальному часі роботи з інформацією й зворотного зв'язку, є продуктивним для взаємного навчання та розвитку інноваційних ідей (Krehbiel, et al., 2017).

У статті Т. Крехбеля та співавторів (2017) здійснено детальний огляд становлення Agile-практик у вищій школі. Звернемося детальніше до матеріалів цього огляду.

Зважаючи на специфіку Agile, перші праці із застосування гнучкої методології в освіті, стосуються професійної підготовки в сфері комп'ютерних наук й інженерії. Одна з перших робіт, у якій розглядалася організація гнучкого навчання з використанням мережевих платформ, була опублікована в 2004 році..

Запропонована у статті модель Agile-Teaching/Learning Methodology (ATLM) ґрунтувалася на трьох принципах (Chun, 2004):

- гнучкість (Agility) – викладач швидко адаптується до потреб та можливостей студентів;
- швидкість (XP) – якщо щось є корисним для навчання, наприклад, зворотний зв'язок зі студентами, то викладач повинен діяти швидко;
- незалежність (Independence) – студенти несуть активну відповідальність за власні освітні потреби.

Остання позиція відповідає ідеї студентоцентрованого навчання, за якого у фокусі освітнього процесу є студент і його освітні потреби. З іншого боку, студентоцентрованість навчання впливає на розвиток здатності студентів до самоспрямованого навчання – перетворення відповідальності за освітній процес у постійну складову діяльності студентів.

Протягом наступних років відбулося розповсюдження ідей Agile на весь спектр дисциплін STEAM (Science-Technology-Engineering-Arts-Mathematics) (Krehbiel, et al., 2017). Одним з поширених наразі підходів є Agile-Problem-Driven Teaching (APDT), що запозичує з проблемно орієнтованого навчання використання ітераційної роботи студентів над вирішенням складних проблем, поєднавши її з гнучкістю та адаптивністю організації студентських проектів за принципами Agile. Іншим підходом є Швидка Педагогіка (Extreme Pedagogy), що адаптує принципи Швидкої Розробки (Extreme Programming) та ідеї і цінності Agile. Швидка Педагогіка зосереджується на трьох принципах Agile:

- неперервність навчання;
- навчання в умовах постійної співпраці;
- навчання в умовах постійного контролю.

Звернемо увагу, що ідеї комунікації та співпраці, які властиві усім видам Agile, добре узгоджуються з ідеями соціального конструктивізму Л. Виготського та Ж. Піаже.

Практична діяльність з упровадження підходів Agile в освітню практику тривала (і триває) паралельно зі спробами розробки певного аналогу «Agile Manifesto» для освітньої сфери (Krehbiel, et al., 2017). Метою такої діяльності є визначення світоглядних принципів гнучкої педагогіки на протипагу суто організаційним аспектам проектної діяльності.

Так, у 2011 році С. Пеха запропонував модифікацію маніфесту Agile для середньої школи, визначивши наступні ключові принципи (Peha, 2011):

- Люди та співпраця важливіші процесів та інструментів.
- Осмислене навчання важливіше від формальних тестів.
- Співробітництво між учасниками процесу важливіше від постійних узгоджень і перемовин.
- Готовність до змін важливіша від дотримання вихідного плану.

Подібну інтерпретацію в 2012 році запропонував В. Камат, наголосивши на необхідності внесення змін до трьох ключових складових освітньої діяльності: навчання/викладання, оцінювання та адміністрування. Запропонований Каматом маніфест Agile для вищої освіти включає наступні позиції (Kamat, 2012):

- Викладачі та студенти важливіші від адміністрації та інфраструктури.
- Компетентність та співпраця важливіші від поступливості (догідливості) та змагання.
- Працездатність та готовність до ринку важливіші від освітніх програм та оцінок.
- Ставлення та навички навчання важливіші від схильності та ступеню.

Згодом у 2016 році К. Ройл і Дж. Ніколіч запропонували власну версію «Agile Pedagogy Manifesto», означивши цінності, наведені нижче (Royle & Nikolic, 2016):

- Практика важливіша за теорію.
- Вибір і діяльність особи, яка навчається, важливіші від обмежень та контролю для учня.
- Навчання та застосування навичок важливіше від навчальних фактів.
- Співпраця важливіша від конкуренції.
- Навчання, що враховує особливості, важливіше ніж стандартизовані підходи.
- Навчання кероване студентами й викладачами важливіше від контрольованого викладачем.

Ураховуючи досвід попередніх дослідників і власної викладацької діяльності, група викладачів з Університету Маямі та Технологічного університету Теннессі (США) запропонувала власний варіант маніфесту Agile для навчання та викладання (Agile Manifesto for Teaching and Learning) (Krehbiel, et al., 2017). Розробники наголошують, що цінності маніфесту є універсальними, тобто не залежать від специфіки дисциплін та спеціальностей загалом.

Ключовими цінностями Agile визначено:

1. Адаптивність важливіша від приписаних методів навчання.
2. Співпраця важливіша від індивідуальних досягнень.
3. Досягнення результатів навчання важливіше від тестування і оцінювання студентів.
4. Ініційований студентами запит важливіший від традиційних лекцій.
5. Демонстрація і застосування важливіші від акумулювання інформації.
6. Неперервне удосконалення важливіше від підтримання поточних практик.

Окрім уваги до цінностей Agile в освіті, інші дослідники намагалися знайти зв'язки між принципами Agile та студентоцентрованим освітнім середовищем. Наведемо нижче таблицю, що відображає вказані зв'язки (Linden, 2018).

У практиці середньої і вищої освіти активно поширюються ідеї впровадження методології Scrum. Програмний для такої діяльності документ – «*The eduScrum Guide*» (Керівництво з eduScrum), у якому висвітлюється адаптація ролей,

артефактів та дій Scrum на випадок освітньої системи, опублікований на сайті Scrum, а рецензентом цього керівництва є Д. Сазерленд – один із провідних авторів методології Scrum (Delhij, Solingen, & Wijnands, 2015).

У «Керівництві з eduScrum» зазначається, що eduScrum ґрунтується на ідеї емпіричного контролю процесів. Емпіричний підхід передбачає, що знання з'являються з безпосереднього досвіду, а також з прийняття рішень на основі вже наявних знань. Реалізація ідеї емпіричного контролю процесу ґрунтується на дотриманні трьох принципів: прозорості, перевірки та адаптації.

Таблиця 2.1

Зв'язки між принципами Agile та студентоцентрованим освітнім середовищем

№ з/п	Принципи Agile	Інтерпретація принципів Agile для студентоцентрованого освітнього середовища
1	Найвищим пріоритетом для нас є задоволення потреб замовника, шляхом завчасного та регулярного постачання програмного забезпечення.	Студенти неперервно працюють над завданнями і забезпечують постачання продукту для подальшої оцінки викладачами.
2	хвальне ставлення до змін, навіть на заключних стадіях розробки. Agile-процеси надають можливість використовувати зміни задля забезпечення конкурентоспроможності замовника.	Студент може потребувати пристосування власного стилю навчання для досягнення програмних результатів навчання з предмету протягом відведеного часу.
3	Працюючий продукт слід випускати якомога частіше, з періодичністю від пари тижнів до пари місяців.	Беручи до уваги тривалість семестру, студенти повинні постачати продукти щотижня або кожні два тижні.
4	Впродовж усього проекту розробники і представники бізнесу повинні працювати разом щодня.	Студент і викладачі повинні працювати разом над досягненням програмних результатів навчання з предмету
5	Над проектом повинні працювати вмотивовані професіонали. Щоб робота була виконана, створіть їм умови, надайте підтримку і повністю на них покладіться.	Викладачі очікують, що студенти будуть мотивовані до навчання та підтримують стимулююче і захоплююче освітнє середовище, що є також студентоцентрованим
6	Особиста комунікація – найефективніший та найпрактичніший метод як донести інформацію до команди, так і поширити її всередині.	Незважаючи на велику кількість сучасних методів комунікації, має підтримуватися особисте спілкування, коли студенти підтримують один одного і мають можливість отримати корисні інструкції та допомогу від викладачів під час формальних та неформальних зустрічей.

Продовження Таблиці 2.1

7	Працюючий продукт – головний показник прогресу.	Навчання студентів оцінюється якістю продукту, що постачається.
8	Інвестори, розробники і користувачі повинні мати можливість підтримувати постійний ритм як завгодно довго. Agile допомагає налагодити такий сталий процес розробки.	Навчальний курс повинен бути спроектованим таким чином, щоб забезпечувати стабільний темп, з регулярними постачаннями. Замість багатьох предметів, що здаються нескладними протягом перших 3-4 тижнів навчання, та складність яких, а відповідно, й завантаженість студентів і викладачів істотно зростають до кінця семестру, рівномірний розподіл обсягів роботи.
9	Постійна увага до технічної досконалості і якості проектування підвищує гнучкість проекту.	Викладачі повинні забезпечувати зворотний зв'язок, оцінюючи діяльність студентів, а студенти повинні мати можливість впровадити та представити покращену версію їх роботи як підтвердження того, чому вони навчилися.
10	Простота – мистецтво мінімізації зайвої роботи – вкрай необхідна	Студенти повинні мати можливість бачити як багато ще вони можуть вивчити за межами певного навчального курсу.
11	Найкращі вимоги, архітектурні та технічні рішення виникають у командах, що здатні самоорганізовуватись.	Студенти мають самостійно керувати освітніми підходами для нарощування власних результатів, їх рішення ґрунтуються на їх особистих потребах.
12	Команда регулярно намагається знайти способи підвищення ефективності та відповідно корегує свою роботу.	По завершенню семестру студенти заохочуються до формулювання відгуків про їх освітні стратегії, для висвітлення того як вони рухалися від помилок та поліпшували навчальний стиль і управління часом для наступних навчальних курсів.

Команда eduScrum складається з викладача, що наділяється функціями подібними до Власника Продукту, та учнівських команд, до складу яких входять чотири особи. У кожній з команд один із учнів виконує роль Скрам-Майстра. Команди працюють над досягненням результатів ітераційно та поетапно, що надає можливість повноцінно використовувати зворотний зв'язок і коригувати освітню діяльність.

Власник Продукту (учитель/викладач) визначає цілі та відповідає за моніторинг й оцінювання результатів. Він є фасилітатором процесу eduScrum, а також процесів особистого й командного розвитку. Власник Продукту розробляє (постачає) навчальні матеріали, відповідає на запитання та наводить допоміжні приклади, а також підтримує співпрацю між учнівськими командами.

До сфери відповідальності Власника Продукту належать:

1. Визначення того, що має бути вивчено.

2. Моніторинг та покращення якості освітніх результатів.

3. Оцінка та прийняття рішень щодо освітніх результатів (ґрунтуючись на визначених раніше критеріях).

Визначаючи, який саме навчальний матеріал слід розглянути, Власник Продукту, обов'язково до початку занять розробляє критерії для всіх видів діяльності учнів. Такі критерії можуть визначати мінімальний бал за тест, вигляд та обсяг презентації, терміни подання робіт тощо. Команди повинні дотримуватися цих правил. Вони мають самостійно визначити задачі та вправи, виконання яких, на їх думку, забезпечить відповідність сформульованим критеріям.

У eduScrum також вводиться поняття Беклогу Продукту. Відповідальним за нього є Власник Продукту. Діяльність з управління Беклогом Продукту включає:

- вихідне пояснення учням, що таке eduScrum (виконується один раз, тривалість – 1 година);
- визначення цілі спринту;
- визначення та пояснення критеріїв відповідності, за якими буде здійснюватися оцінюватися академічних досягнень учнів;
- фасилітація команд учнів;
- забезпечення участі всіх учнів у процесі eduScrum.

Таким чином, методологія eduScrum повною мірою узгоджується з сучасними підходами до формулювання прозорих і вимірюваних програмових результатів навчання та їх оцінювання. Опис програмових результатів можна виконувати з використанням, наприклад, методології ABCD і таксономії Блума, які описуються у попередньому розділі.

Зазначимо, що для гнучких підходів надзвичайно важливим є допомогти команді стати самодостатньою та самоорганізованою. У випадку освітньої сфери, останнє пов'язане безпосередньо із розвитком у студентів навичок самоспрямованого навчання. В онлайн підручнику зі Scrum зазначається, що команда є самоорганізованою і крос-функціональною, якщо вона достатньо здатна й компетентна, щоб досягти результатів, не звертаючись за допомогою до когось поза колективом. Така команда здатна керувати власною діяльністю протягом усього проекту, діяти гнучко, креативно та продуктивно (STH, 2018).

Для досягнення такого стану команди, принциповим є дотримання низки принципів Agile. Насамперед визнається, що найефективнішим і максимально дієвим способом передачі інформації до та між членами команди є безпосереднє спілкування. Для цього члени команди мають знаходитися в одному робочому просторі й мати можливість зустрічатися віч-на-віч для обговорення питань проекту. Такий підхід сприяє формуванню довіри до інших членів команди і допомагає порозумітися зацікавленим сторонам.

Важливо також формувати в учасників команди позитивне ставлення до змін. Стандартний процес проектування трактує зміни як негативний аспект, якого потрібно уникати за будь-яку ціну. Відповідно, значна частина ресурсів проекту витрачається на запобігання змінам, розробці документації та детальному

плануванню термінів і технічних характеристик продукту. Agile трактує зміни як позитивний аспект, можливість вдосконалити продукт, що розробляється, зробити його таким, що краще відповідає потребам замовника. За допомогою коротких спринтів, команди отримують швидкий зворотний зв'язок і здатні змінювати пріоритети за короткий час, додаючи нові функції на кожній з ітерацій.

У контексті освітньої сфери це означає, що можна, за необхідності, адаптувати контент навчальної дисципліни, ураховуючи реальний темп роботи команди, рівень їх попередньої підготовки, потреби та труднощі.

Поряд з цим, команда має через регулярні проміжки часу аналізувати власну діяльність, влаштовуючи, так звану, рефлексію. Рефлексія допомагає команді налаштувати та скоригувати власну поведінку. Відповідно, команда здатна до самоорганізації знає найкращий спосіб завершити вчасно поставлене завдання, причому розподіл завдань між учасниками команди здійснюється незалежно від Скрам-Майстра чи Власника Продукту.

До характеристик самодостатньої команди у Scrum відносять (SCRUM, 2017; STH, 2018):

- відповідальність: оскільки команді делеговано право приймати рішення, то всі члени беруть на себе відповідальність за реалізацію проекту за окремими задачами та в цілому;
- умотивованість: оскільки команда відчуває відповідальність за реалізацію проекту, розглядаючи його як певну власність, вона більш умотивована для досягнення цілей команди;
- ефективність: оскільки команда працює злагоджено й відповідально, вона буде обирати найкращий та найефективніший шлях для досягнення цілей проекту. Вона здатна обговорювати перебіг проекту, рефлексувати та навчатися на власних помилках;
- неперервне навчання: по мірі виконання проекту команда все краще розуміє власну діяльність й стає ефективнішою, зменшуючи кількість помилок та неузгодженостей.

Окрім того, самодостатні команди є:

- демократичними та вмотивованими, здатними діяти без керівника.
- крос-функціональними: усі члени команди розробників мають необхідні навички та компетенції для досягнення цілей спринту.
- здатними до самоконтролю: команди проводять щоденні зустрічі для відстеження прогресу проекту й вжиття заходів для корекції;
- здатним довіряти: члени команди довіряють один одному, допомагаючи у вирішенні поточних завдань, поважаючи різноманітні навички та внесок кожного у спільний результат;
- здатними до співпраці: команди активно й професійно вибудовують систему спілкування, не дозволяючи комунікаційним прогалинам перешкоджати прогресу;

- цілеспрямованими: самодостатні команди спрямовані на досягнення спільної мети. Команда (й кожен з учасників) гарантує, що робота буде виконана вчасно та якісно.

Для того щоб допомогти студентам стати самоузгодженою й самоорганізованою командою, важливо на початку проекту поінформувати їх про специфіку командної роботи та правила, чинні для команд, що дотримуються принципів Scrum. Можливо також організувати 1-2 годинний тренінг, підбравши завдання, що допоможуть студентам краще зрозуміти специфіку роботи у команді.

Уперше опис стадій, які проходить у своєму розвитку команда, що працює над певним проектом, було запропоновано Брюсом Такменом у 1965 році (рис. 2.17). Наразі, дослідники вважають, що незважаючи на специфіку предметної області проектної діяльності, для всіх команд, що спільно працюють над завданням, властива певна, типова послідовність етапів (Зуб, 2014).

Tuckman's Team & Group Development Model

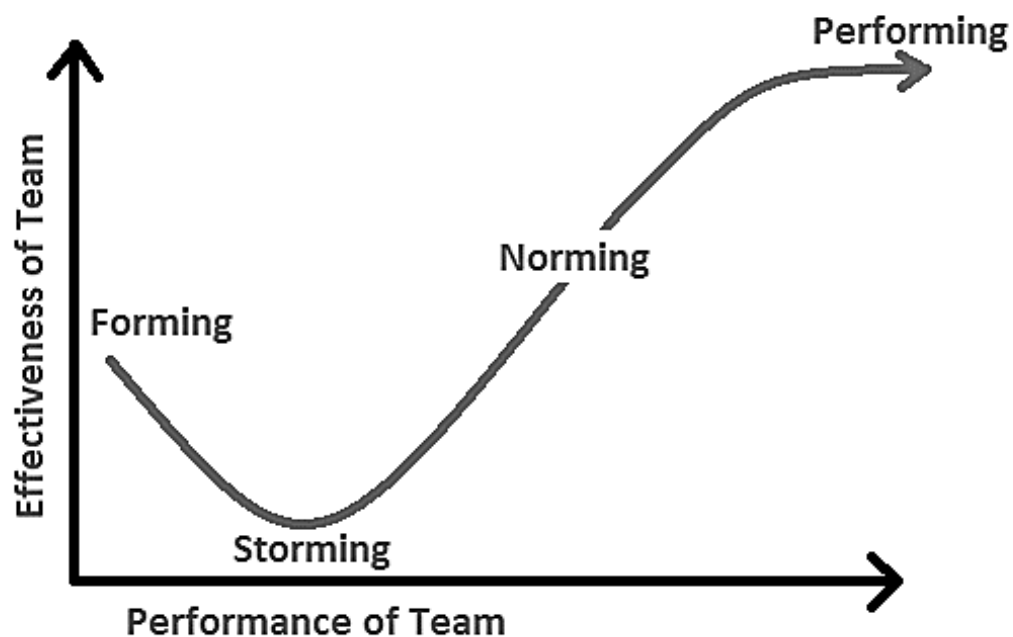


Рис. 2.17. Модель розвитку команди

Перший етап називається формуванням (forming). На цьому етапі всі учасники сповнені ентузіазму, мають, як правило, позитивне бачення майбутнього проекту й демонструють доволі високу продуктивність. Формальному керівнику команди, фасилітатору чи Скрам-Майстру потрібно допомогти учасникам команди познайомитися між собою, пояснити цілі, роль, відповідальність і процедури, що мають відношення до дій команди.

Другий етап є найбільш дискомфортним для групи, його називають бурлінням або штормом (storming). У цей час загострюються протиріччя між членами команди, проявляються конфлікти професійного й особистісного плану, інтенсифікується

конкуренція тощо. Незважаючи на очевидний дискомфорт, ця фаза надає можливість очистити атмосферу в команді, завдяки їй команда може стати більш згуртованою. На цьому етапі можливе чітке виділення фактичного лідера команди (на противагу офіційному (формальному)).

На наступному етапі відбувається нормування (norming). Успішно подолавши конфлікти, команда виходить на етап продуктивної роботи, що забезпечується узгодженим дотриманням загальних норм роботи. Час, витрачений на підготовку нових правил роботи команди на основі досягнутих домовленостей, за яким команда збирається працювати, окупиться пізніше з великими дивідендами. Майстерність побудови команди на цьому етапі полягає в поглибленні процесу згуртування команди і в узгодженні прагнень кожного члена команди із загальними метою і цінностями.

Четвертий етап називається функціонуванням (performing). Команда об'єднана й ефективно працює для досягнення спільних цілей, урахуваючи особливості кожного зі членів команди. На цьому етапі можливе досягнення стану самоорганізованої та самодостатньої команди. Фасилітатор може й має оцінювати ефективність команди, спостерігаючи за індивідуальними й командними зусиллями, успіхом і виконанням зобов'язань. Поряд з цим кількість інструктажів та втручання у роботу має бути мінімальним, стосунки ґрунтуються на довірі та горизонтальній комунікації учасників команди.

Останній етап наразі трактується теж як обов'язковий. Він називається розформуванням (adjourning). В освітньому процесі цей етап відповідає оцінюванню. Учасники команди потребують інформації про те, наскільки добре вони зробили роботу, що вони дізналися і чи зможуть впоратися з новими завданнями. Фасилітатор команди повинен зменшувати напруженість, пов'язану зі змінами, що приносить завершення роботи над проектом. Окремі члени команди можуть відчувати й демонструвати жаль із приводу завершення проекту, особливо, якщо їх знання та досвід всередині команди принесли їм особливе задоволення. У разі необхідності фасилітатору слід заохочувати членів команди до того, щоб ті не втрачали зв'язки один з одним, підтримували стосунки, займаючись новою роботою і проектами (Зуб, 2014).

Відзначимо, що для успішного виконання ролі фасилітатора, викладачу доцільно ознайомитися з найпоширенішими методами фасилітації, що допомагають зробити роботу команди ефективною та результативною. Опишемо коротко декілька з них (British Council, 2011, сс. 34-35).

1. **Мозковий штурм.** Використання мозкового штурму допомагає учасникам команди за короткий час згенерувати значну кількість різних ідей без страху критики, і сприяє активному діалогу.

Для організації мозкового штурму потрібно визначити тему (у випадку проектної діяльності студентів це співпадає з темою проекту) й попросити учасників запропонувати власні ідеї. Доцільно використовувати шаблони запитань, наприклад: "Що потрібно зробити для...?", "Які перешкоди є для проекту з ...?", "У

чому полягають труднощі з ... ?". Ідеї учасників потрібно фіксувати, записуючи на дошці або фліп-чарті. Важливо наголосити, що завданням команди є генерування ідей, а не їх оцінювання. Відповідно, на цьому етапі мають право прозвучати всі можливі ідеї й міркування. Після того, як група напрацювала великий діапазон ідей, можна організувати подальшу роботу з ними: згрупувати, обговорити, виділити найцікавіші та найперспективніші.

2. Обговорення ідей у малих групах. Працюючи за цією методикою, учасники мають можливість спочатку обдумати питання, і вже потім обговорювати його в парі чи в малій групі. Такий підхід додає впевненості й заохочує до участі навіть тих учасників, яким зазвичай складно висловлюватися на публіці.

Обговорення розпочинається з того, що учасники самостійно обмірковують питання і занотовують свої думки. Потім вони обмінюються думками в парах і, зрештою, в малих групах (наприклад, 1-2-4-8). Після завершення часу на обговорення, фасилітатор може попросити кожну групу розповісти про головні висновки їх обговорення.

3. Світове кафе. Учасники визначають проблеми для обговорення і долучаються до розмов широкої тематики. Завдання на основі цієї методики використовують для накопичення ідей та організації обговорення різних питань. З допомогою цієї методики також можна заохочувати учасників самим шукати відповіді на свої запитання.

Для реалізації цієї методики меблі в аудиторії розташовують таким чином, щоб вони нагадували кафе. Групи учасників сідають за різні столики. В центрі кожного столика лежить запитання, причому запитання на столиках не повторюються. Учасники обговорюють це запитання, а потім, через доволі тривалий проміжок часу, групи переходять за інші столики. Наприкінці ключові моменти й висновки обговорень представляють у загальному колі. Для такої справи потрібно сформулювати запитання, які були б значимими для групи. Визначте слухачів, які готові взяти на себе роль модератора для кожного запитання. Завданням модератора є занотовувати основні моменти розмови. Модератор постійно залишається за своїм столиком. Він коротко підсумовує перебіг обговорення з даного предмета для кожної нової групи, а потім запрошує продовжити розмову.

4. Відкритий простір. Такий підхід до діалогу спонукає групу самостійно організувати свою програму, планувати час, визначати ролі, обирати місце й розподіляти обов'язки.

Після першого заняття в пленарному форматі загальна група поділяється на кілька менших (власне, команди). Члени команди можуть зосередитися на будь-якому питанні, завершити одне обговорення і почати інше. В основі цього методу лежить визнання того, що найбільш плідні діалоги відбуваються саме під час неструктурованих проміжків роботи на конференціях і семінарах, наприклад під час перерви.

5. Підбиття підсумків (рефлексія). Ця форма роботи застосовується для рефлексії й закріплення знань і навичок, які учасники засвоїли в процесі виконання

певної діяльності. Ще одним її важливим аспектом є те, що вона дає фасилітатору зрозуміти, як почувуються учасники і що має відбуватися далі. Як правило, до підбиття підсумків слід готуватися наперед. Доберіть запитання, пов'язані із вправою, таким чином, щоб відповідаючи на них, члени групи могли якнайповніше охарактеризувати свої навчальні здобутки й враження від її виконання.

Приклади запитань для підбиття підсумків: Які почуття й враження виникали у вас під час цієї вправи? Чому? Що ви навчилися, працюючи над цією вправою? Чи є різні погляди на це питання?

Запропоновані методи можна поєднати з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема сервісів, що дозволяють швидко акумулювати, обробити дані й представити їх у вигляді інфограм різних типів (наприклад, хмари слів, діаграми, розподіли тощо).

Популярним сервісом такого призначення є Mentimeter (посилання: <https://www.mentimeter.com/>). Основне вікно сервісу наведено на рис. 2. 18.

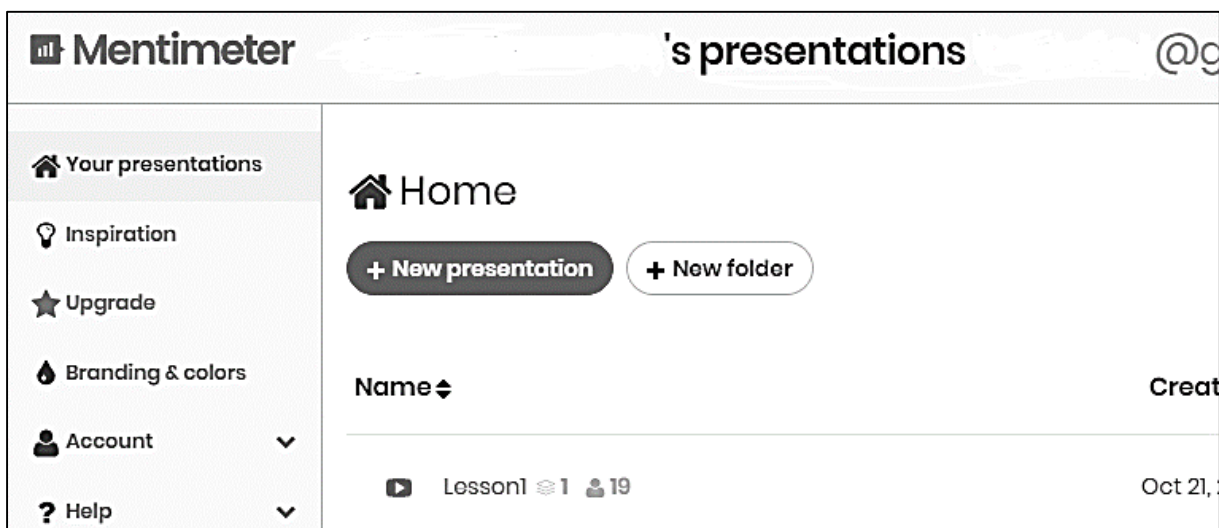


Рис. 2.18. Вікно автора опитування в Mentimeter

Зареєстрований користувач може безкоштовно створювати опитування різних типів (у середовищі вони називаються презентаціями). При створенні нової презентації їй присвоюється унікальний шестизначний код (рис. 2.19).

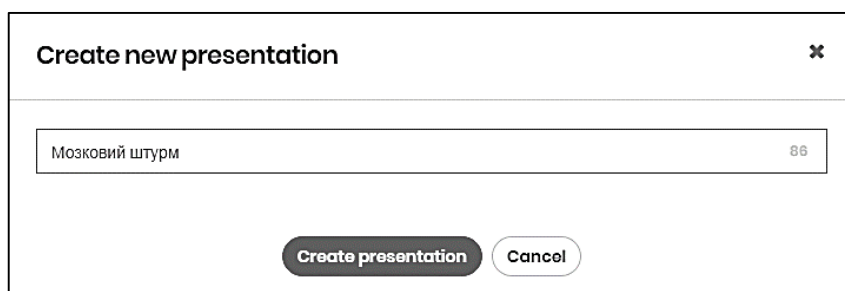


Рис. 2.19. Створення нової презентації

Користувач має обрати тип представлення отриманих даних (рис. 2.20).

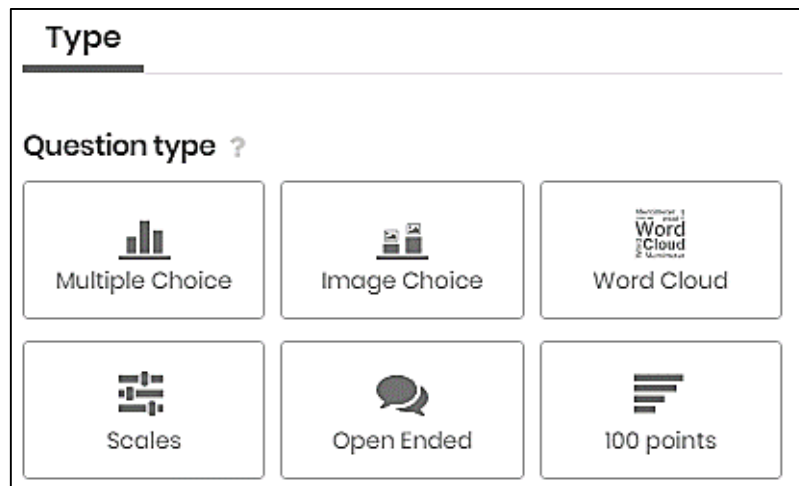


Рис. 2.20. Основні типи презентацій в Mentimeter

Наприклад, обравши варіант, коли кожен з користувачів може ввести власний варіант відповіді (Open Ended), фасилітатор буде бачити на екрані (й зможе відобразити для аудиторії) весь спектр ідей (рис. 2.21).

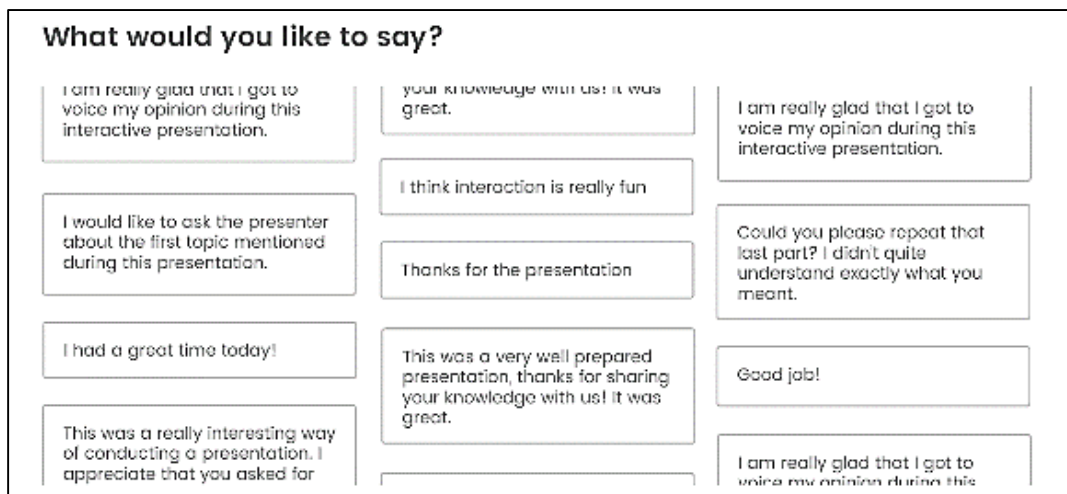


Рис. 2.21. Приклад опитування з відкритими відповідями

Особа, що відповідає на запитання опитування, заходить на сторінку menti.com і, вводячи у відповідному елементі шестизначний код, потрапляє на сторінку саме цього опитування і діє далі відповідно до його типу.

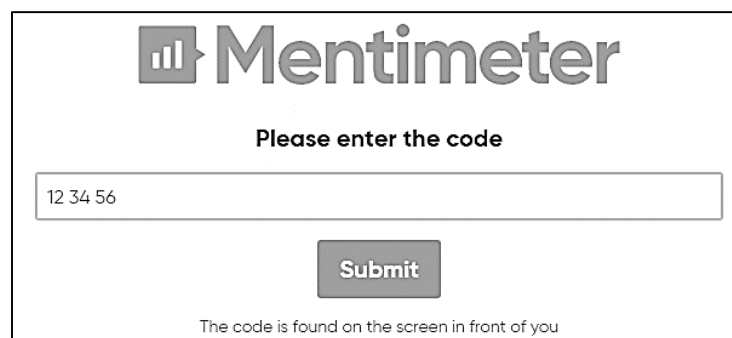
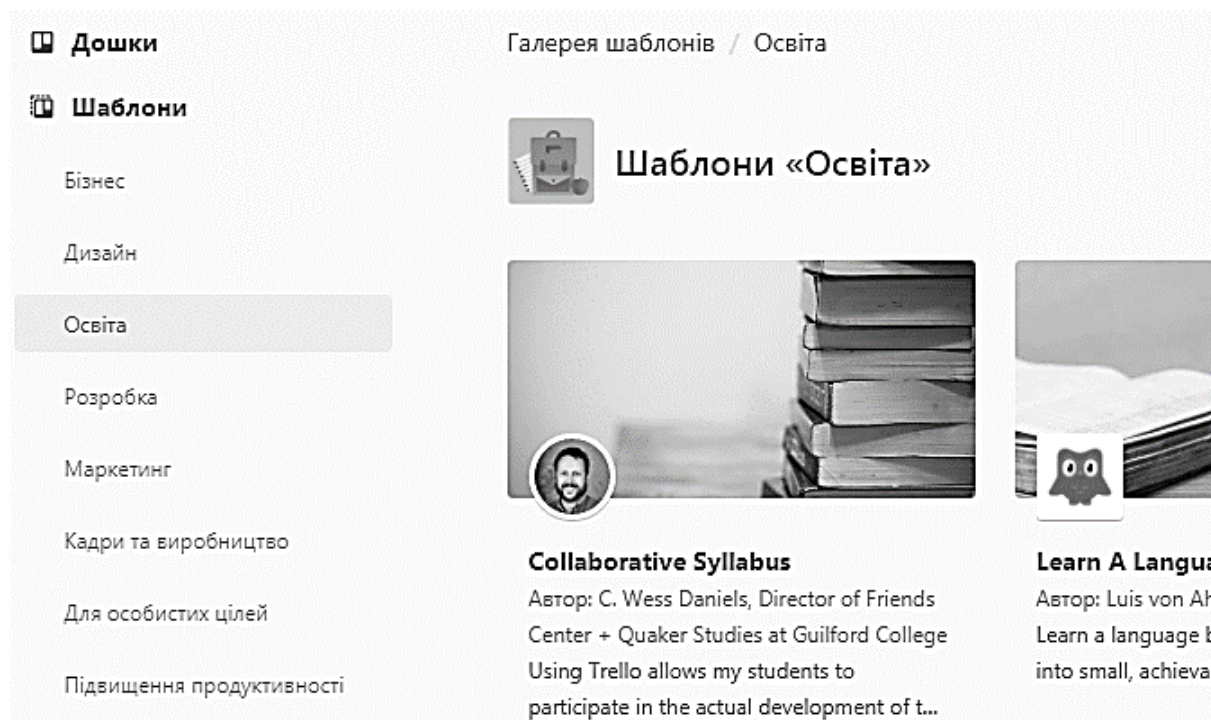


Рис. 2.22. Вікно підключення до опитування

Зважаючи на те, що в підготовці студентів інженерної спеціальності доводиться поєднувати діяльність інженерного та управлінського плану, на особливу увагу заслуговують програмні середовища відповідної спрямованості.

Зупинимось спочатку на он-лайн сервісах, які, як показує досвід, доцільно використовувати на початкових етапах проектної діяльності студентів. Серед програм, що дозволяють поєднувати ідеї Scrum і дошки Kanban, одне з провідних місць займає Trello (<https://trello.com/>).

Trello – це простий, безкоштовний, гнучкий і візуально орієнтований сервіс для управління проектами.



Як зазначено на сайті продукту, Trello надає користувачам можливість створювати дошки, списки та картки, визначаючи їх як цікавий, зручний та продуктивний спосіб організувати проекти та розташувати задачі за пріоритетами.

Trello є безкоштовним продуктом, за умов використання базових функцій, але надає можливість розширення можливостей за додаткову плату. Перший прототип Trello було презентовано в січні 2011 року, а вже через півтора року кількість користувачів Trello сягнула 500 тисяч. Наразі Trello пропонує локалізовані версії більш ніж двадцятьма мовами, серед яких є й українська. Зазначимо, що сервіс Trello підтримує блок, який містить опис низки прикладів щодо використання Trello для саме освітніх потреб.

Після авторизації, користувачі отримують можливість створювати в Trello персональні або командні дошки, що відрізняються початковими налаштуваннями й можливостями доступу для інших учасників. Створені дошки можна відкривати для публічного доступу. Користувач може обрати налаштування тла, для кращої візуалізації інформації.

На рис. 2.18 наведено приклад дошки Trello для деякого освітнього проекту.

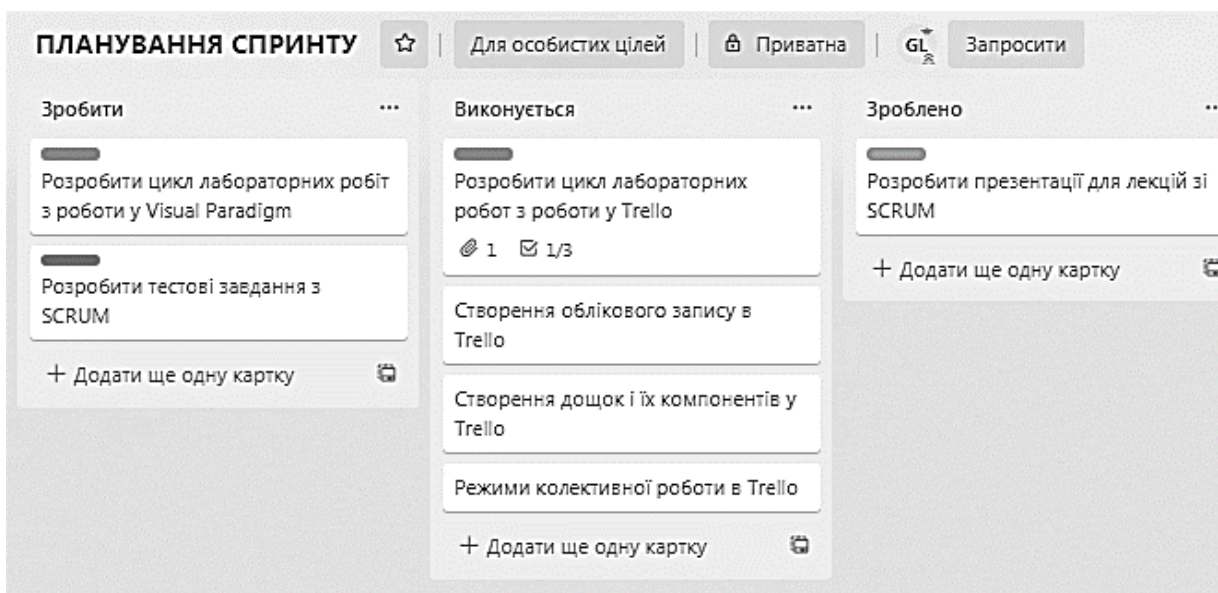


Рис. 2.18. Приклад планування завдань проекту

Як указано на сайті Trello, дошки – це місця обміну інформацією, які складаються зі списків і карток. Списки – це переліки певних робочих процесів, а картки – переліки завдань, які можна переміщувати між списками.

Наведена на рис. 2.18 дошка включає три списки – Зробити, Виконується і Зроблено. Кожен зі списків містить певну кількість карток.

На рис. 2.19 наведено деталізовану інформацію, що стосується картки "Розробити цикл лабораторних робіт з роботи у Trello".

Зміна властивостей картки можлива з використанням функцій, відображених на картці справа. Основними з них є:

1. Учасники. Додавання учасників, які зможуть переглядати картку та редагувати її.

2. Мітки. Використання кольорових позначень для карток різної тематики.

3. Перелік. Створення контрольного списку завдань з можливістю відмічати їх виконання. Є індикатор виконання, який показує відсоток завершення завдання, розраховуючи його залежно від кількості пунктів у списку.

4. Дата завершення. Визначення термінів виконання завдань, що відображені на картці.

5. Вкладення. Підключення посилань на користі матеріали, розміщені в мережі інтернет або хмарних сервісах, завантаження файли різних типів з диску.

Для зручності використання, кожна з карток, наведених на рис. 2.19, має певну кольорову мітку (наприклад, "Лабораторні роботи", "Лекції", "Контроль" тощо). На картку додано також перелік пунктів (задач), що деталізують загальне завдання. Користувач може переносити картки між дошками та списками, копіювати їх, архівувати нотатки й дошки (одночасно це є єдиним способом видалення інформації).

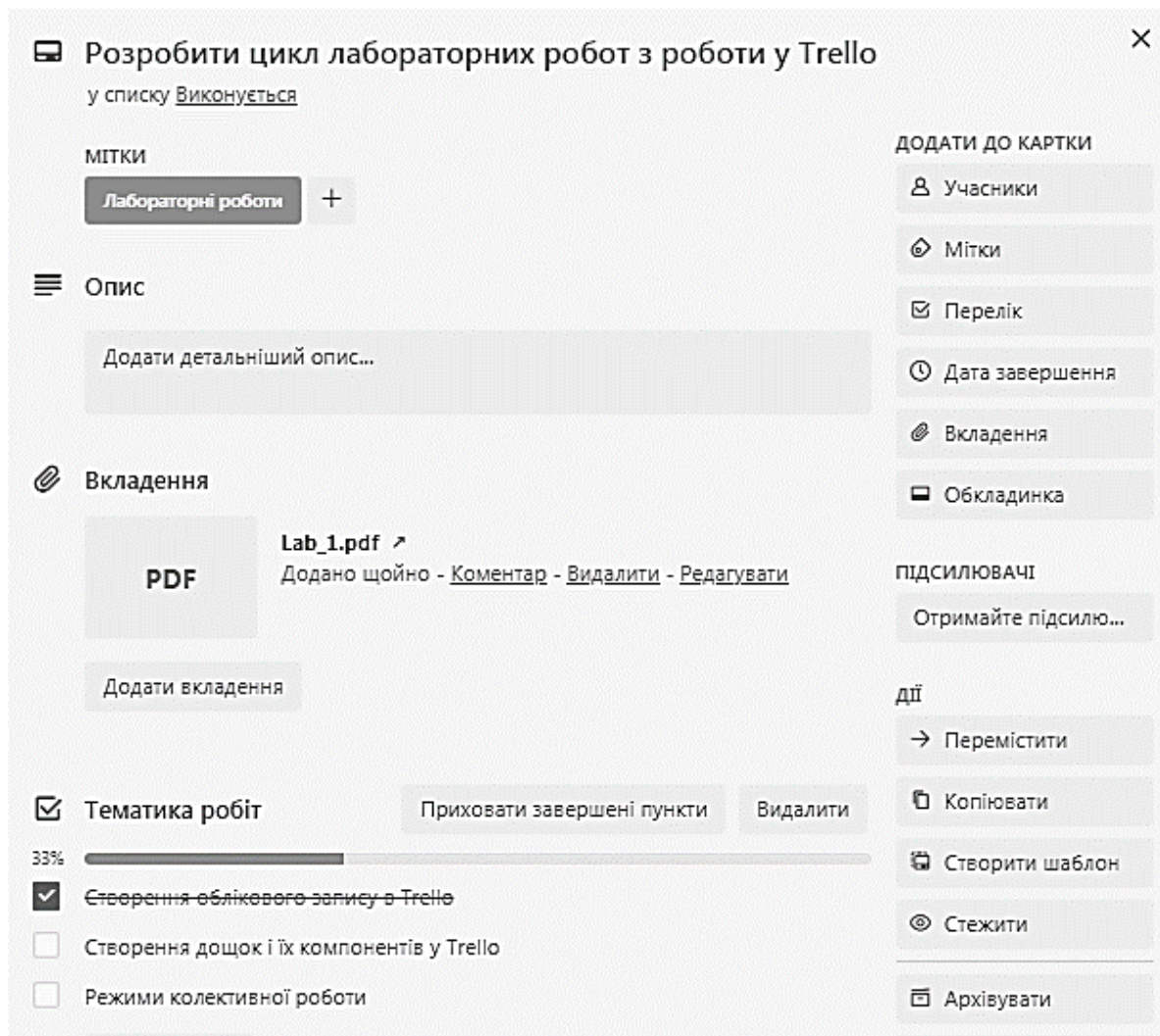


Рис. 2.19. Приклад структури картки Trello

Слід зазначити, що Trello не має інструментів, що дозволяють відстежувати виконання робіт, як того вимагає методологія Scrum. Відповідно, для комплексних і тривалих проектів доцільно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення.

2.4. Приклади використання Visual Paradigm для проектної діяльності студентів

Основу програмного забезпечення будь-якої автоматизованої системи управління проектною діяльністю становлять спеціалізовані пакети програм. Вони займають достатньо значну частину ринку програмного забезпечення загалом. До найпоширеніших програмних середовищ, що підтримують методологію PMBOK, належать Microsoft Project, OpenProj, GanttProject, Planner, Basecamp, SourceForge та ін. (Луценко, 2014). Для Agile-розробки використовуються програми ClickUp, Github Project Management, Jira, LeanKit, Planbox, Active Collab, Pivotal Tracker та ін.

Вибір програмного середовища очевидно залежить від масштабу та тривалості проекту, а для освітнього процесу ще слід урахувати час, який буде потрібен

студентам для отримання навичок роботи з певною програмою. Доцільно обирати мультифункціональні програмні середовища, які використовуватимуться під час навчання різних дисциплін, а, за можливості, й протягом усього циклу навчання.

Незважаючи на те, що на ринку представлено значну кількість мультифункціональних інструментів для ІТ-потреб, серед яких Edraw Max, StarUML, Umbrello, Altova та ін., перевагою використання середовища 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 й проектами, гнучку розробку тощо.

Зупинимося детально на особливостях роботи в програмному середовищі Visual Paradigm. Visual Paradigm – це надзвичайно потужне, багатofункціональне, зручне для використання програмне середовище, що дозволяє виконувати розробку різних типів діаграм. Наразі на офіційному сайті компанії представлено версію 15. Перейшовши за посиланням <https://www.visual-paradigm.com/download/> можна скачати пробну версію з 30-денним терміном використання.

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 розробка діаграм мови UML є складовою гнучкої розробки.

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 (Visual Paradigm, 2018).

При виконанні студентського проекту один із учасників реєструється як адміністратор і надсилає запрошення іншим студентами, забезпечуючи таким чином можливість працювати над одним і тим же набором проектів. У окремих випадках таким адміністратором може виступати викладач, що дозволить йому оперативно консультувати студентів, маючи доступ до розробки на різних етапах проектування. Зазначимо, що VP Online можна створити лише для найновішої версії програми.

При завантаженні Visual Paradigm користувач бачить вікно з переліком доступних видів діяльності, включаючи Scrum Process Canvas (рис. 2.20). Роботу з полотном Scrum (Scrum Canvas) можна розпочати натиснувши обравши Agile – Scrum Canvas на панелі меню або натиснувши знак «+» у головному вікні програмного середовища VP.

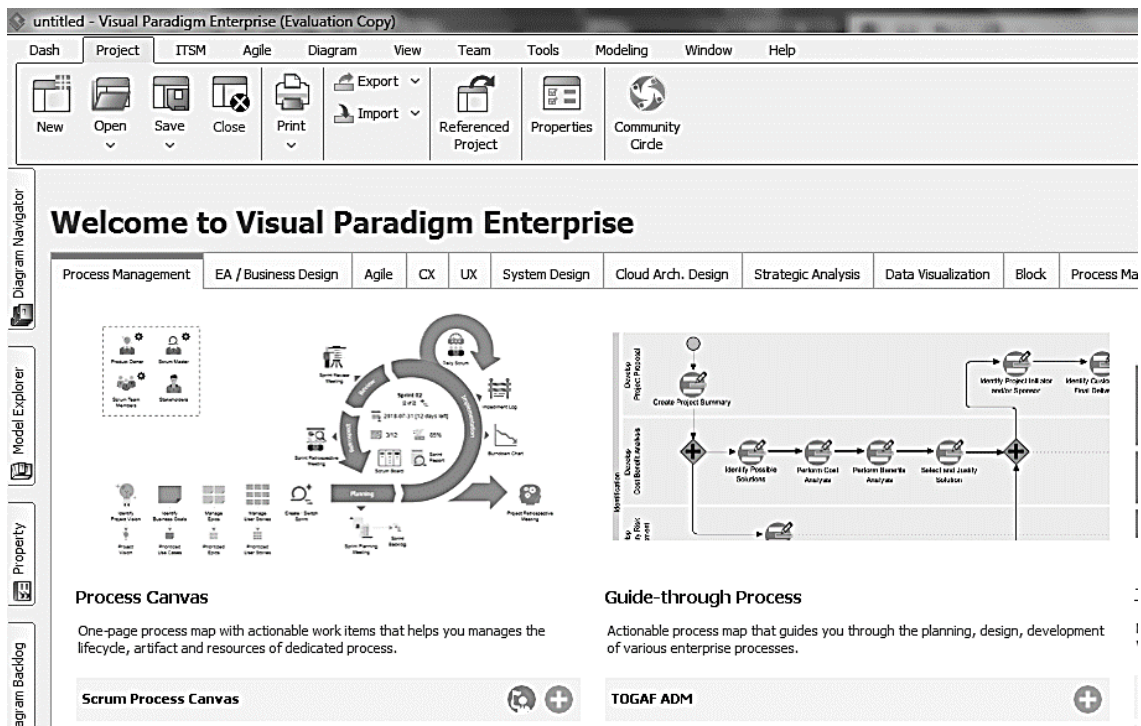


Рис. 2.20. Головне вікно Visual Paradigm

При першому зверненні до програми, відкриється спеціальне вікно (рис. 2.21), використовуючи яке можна зареєструватися в онлайн-середовищі VP (рис. 2.22), обрати локальний робочий простір або підтвердити, що Ви зареєстрованим користувачем.

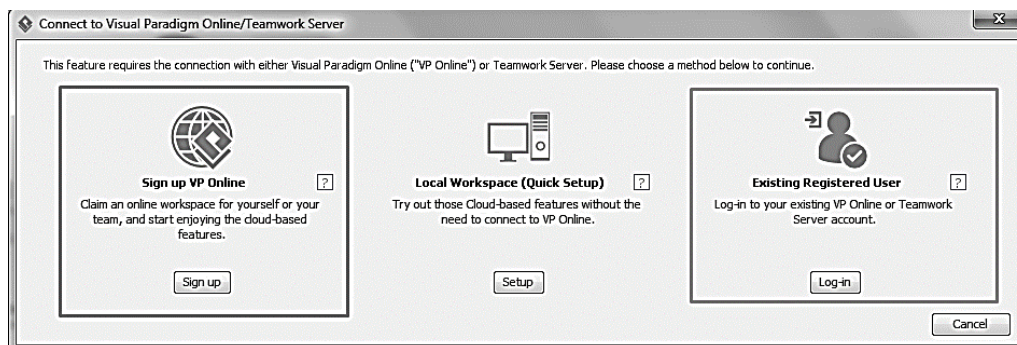


Рис. 2.21. Вибір он-лайн або локального робочого простору

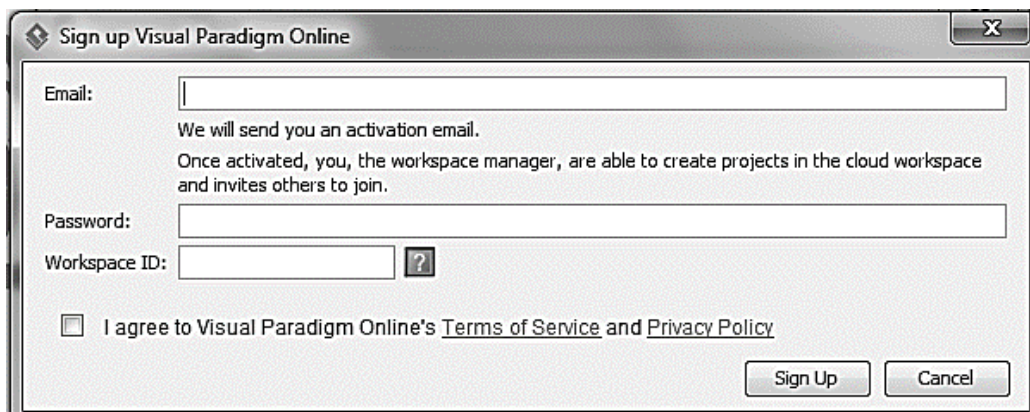


Рис. 2.22. Реєстрація в онлайн-середовищі VP

Після звернення до VP Online, розпочнеться створення макету для процесу Scrum, що може тривати протягом декількох хвилин.

Зверніть увагу, що в правому нижньому куті вікна, яке відкриється, розташовано спеціальне вікно за допомогою якого можна переглянути дуже детальні й зручні для користувачів-початківців, відеоматеріали зі створення Scrum Canvas і спробувати діяти в інтерактивному режимі (рис. 2.23).

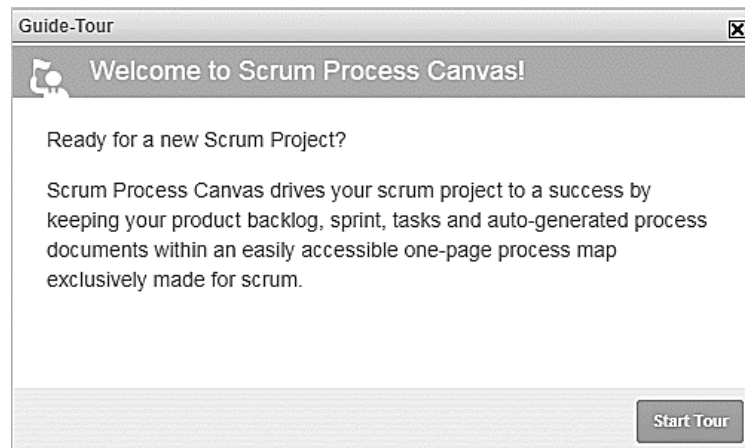


Рис. 2.23. Вікно перегляду відеоматеріалів VP

Основне ж вікно Scrum Canvas має вигляд, наведений на рисунку (рис. 2.24). Діаграма Scrum, елементи якої заповнюються даними про поточний проект, складається зі згрупованих піктограм для ролей Scrum (Product Owner, Scrum Master, Scrum Team Members і Stakeholders), циклу Scrum, що розширюється для усіх спринтів проекту, кабінету Scrum і завдань для особи, що відповідає за внесення інформації про проект у VP Scrum.

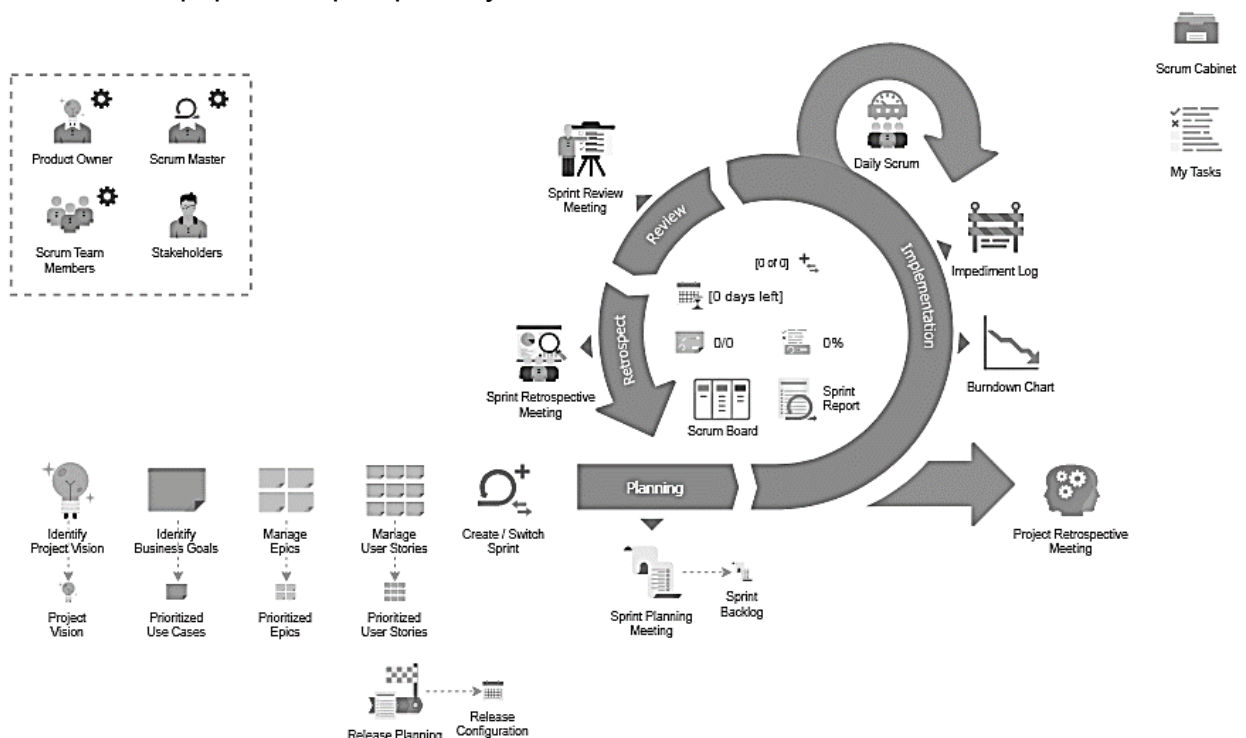


Рис. 2.24. Основне вікно Scrum Canvas VP

Створення Scrum-проекту в середовищі Visual Paradigm розпочинається з визначення бачення проекту, що має узгоджено формуватися замовниками та командою розробників. На полотні процесу Scrum натисніть на робочий елемент Ідентифікувати бачення проекту (Identify Project Vision) (Рис. 2.25).

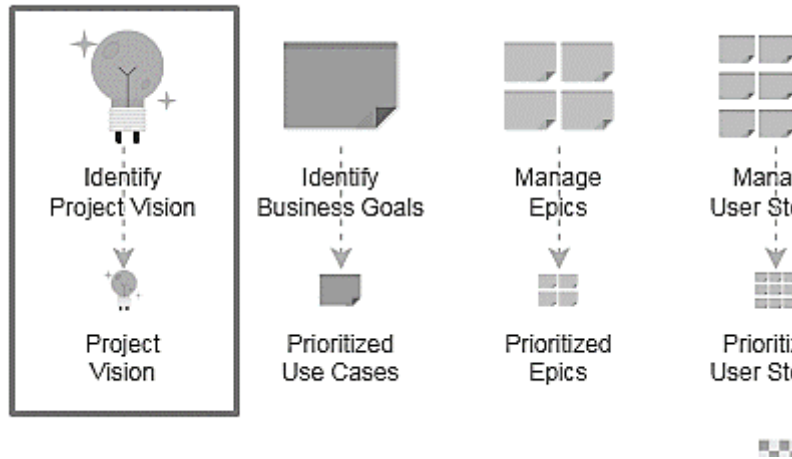


Рис. 2.25. Робочий елемент Identify Project Vision

У вікні, що відкриється зліва розташовані панелі входів (Inputs) і виходів (Outputs) (рис. 2.26). На панелі входів перераховані документи, необхідні для ефективного виконання проекту: бізнес-план проекту (Project Business Case), цілі й бачення компанії (Company Vision), завдання компанії (Company Mission). Обов'язкові елементи вхідних даних позначаються зірочкою. Вихідними документами є бачення проекту (Project Vision), виклад бачення проекту (Project Vision Statement), статут проекту (Project Charter).

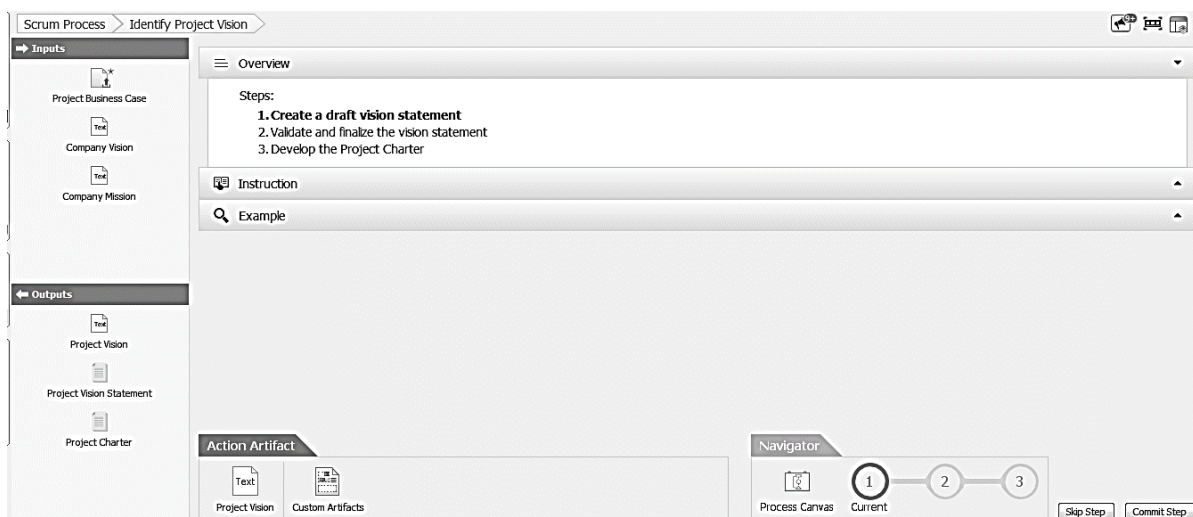


Рис. 2.26. Область створення опису проекту

Як зазначено на сайті Visual Paradigm з посиланням на К. Швайбера (2004), мінімальний план, необхідний для запуску проекту включає Project Vision і Product Backlog. Бачення проекту є орієнтиром для компанії при виборі напрямку дій,

спрямованих на задоволення певних ідей компанії. Ефективний виклад бачення проекту має бути однозначним, зрозумілим, гармонізувати з культурою й цінностями організації, раціональним і реалістичним, зручним для запам'ятовування.

При створенні Project Vision можна користуватися шаблоном, наведеним на сайті VP (Таблиця 2.2).

Таблиця 2.2

Шаблон для Project Vision

Для	<i>споживача</i>		
Який	<i>опис потреби або можливості</i>		
Продукт	<i>назва продукту</i>	€	<i>категорія продукту</i>
Що	<i>ключові вигоди, обґрунтування для придбання</i>		
На відміну	<i>альтернативні продукти для порівняння</i>		
Наш продукт	<i>опис ключових відмінностей (переваг)</i>		

Натисніть Project Business Case й скориставшись відповідним вікном (рис. 2.27), завантажте попередньо підготований та узгоджений між зацікавленими сторонами бізнес-план проекту. Якщо на момент створення проекту в VP готовий документ відсутній, завантажте пустий файл, а потім додайте необхідні зміни. З прикладами бізнес-плану можна ознайомитися з мережі інтернет.

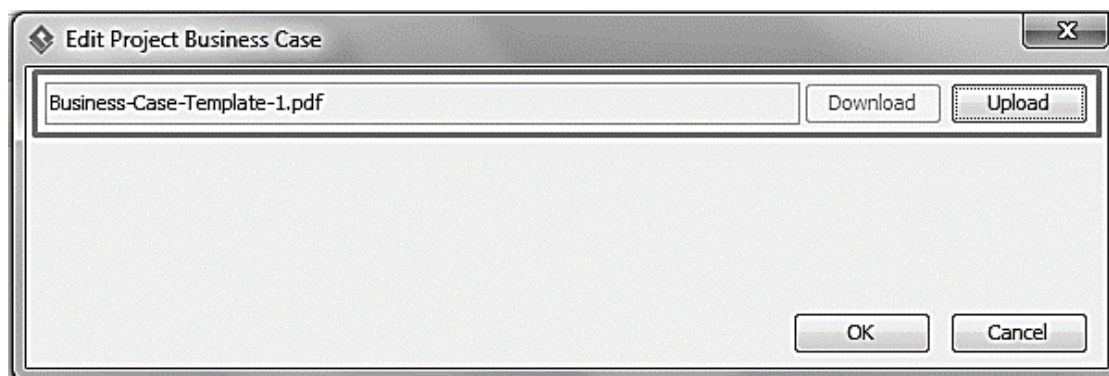
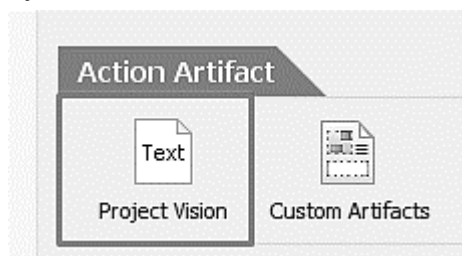


Рис. 2.27. Вікно завантаження бізнес-плану проекту

Червона зірочка біля Project Business Case зміниться на зелену відмітку.



На наступному кроці натисніть на елементі Project Vision. У спливаючому вікні введіть короткий опис (бачення) проекту (рис. 2.28). Тут і надалі ми будемо користуватися прикладом, що пропонує VP консультант. Відповідно до цього прикладу, бачення проекту є наступним: «Для користувачів, які віддають перевагу

покупкам в Інтернеті, інтернет-супермаркет забезпечує швидкий та простий у використанні сервіс. На відміну від інших онлайн-сервісів, наша система може працювати як на веб-браузерах, так і на пристроях Android.».

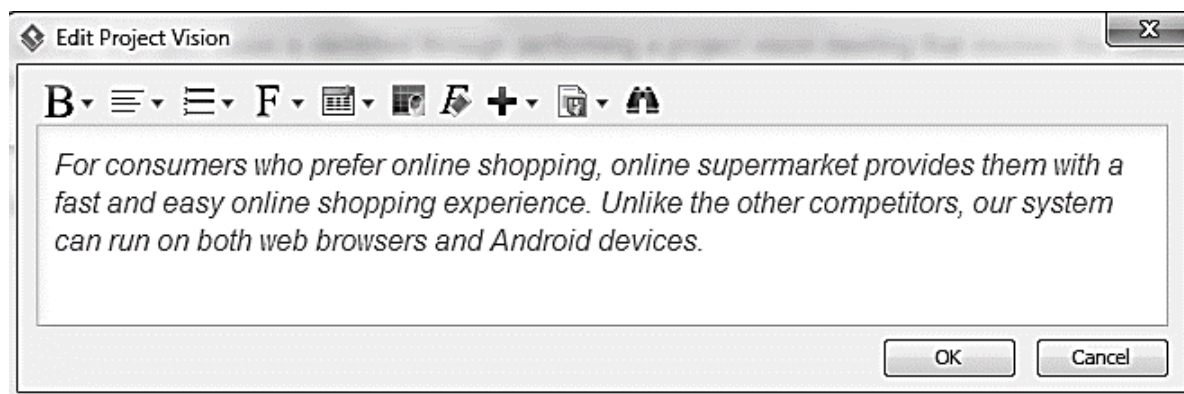


Рис. 2.28 Вікно елемента Project Vision

Звертаємо увагу, що інформацію про бачення проекту можна розширити, додавши посилання, зображення, діаграми тощо.

Виконуючи дії, описані вище, ви перебуваєте на першому кроці з трьох, про свідчить значок навігатора, розташованого в правому нижньому куті екрану (рис. 2.29). Якщо ви вважаєте дію виконаною, обирайте Commit Step і потім Complete, у вікні навігатора і переходьте до кроку 2.

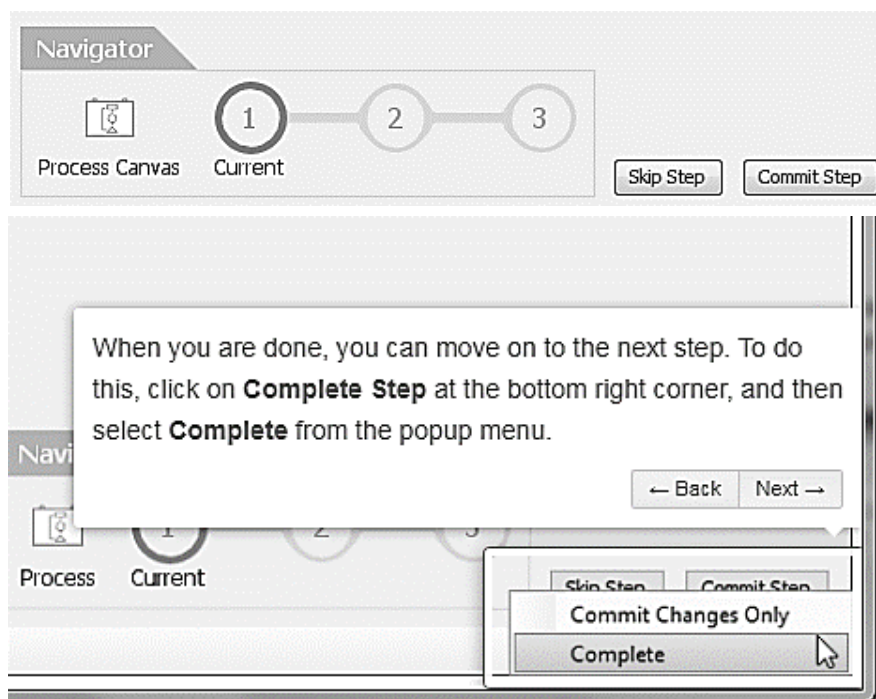


Рис. 2.29. Навігатор створення опису проекту

Якщо Ви використовуєте онлайн-середовище VP для нового проекту, то на цьому кроці VP запропонує ввести назву проекту для імпорту його до VP Online (рис. 2.30).

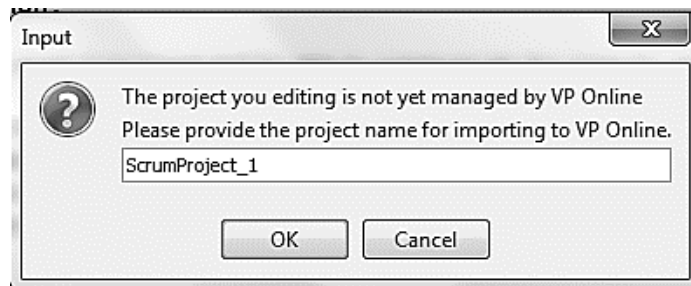


Рис. 2.30. Введення назви проекту

У випадку успішного імпорту, відкриється вікно для роботи з версіями проекту, за допомогою якого можна підтверджувати виконання кроків та оновлення проекту у VP Online (Commit and Update) (рис. 2.31).

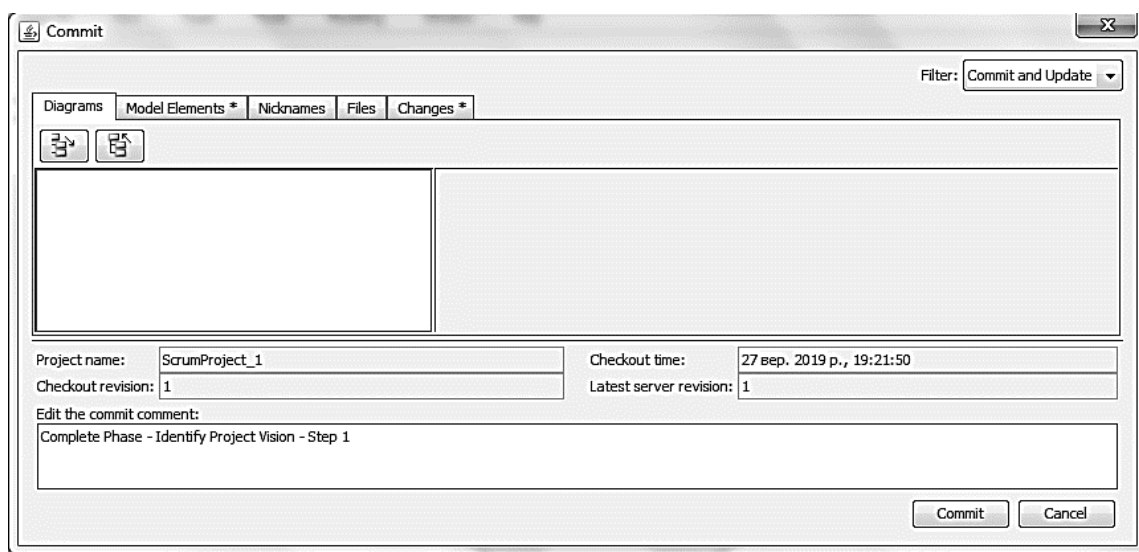


Рис. 2.31. Вікно роботи з версіями проекту

На наступному кроці можна розширити опис проекту. Знову натисніть на елемент Project Vision і додайте зміни (можна підтвердити виконання кроку без внесення змін) (рис. 2.32).

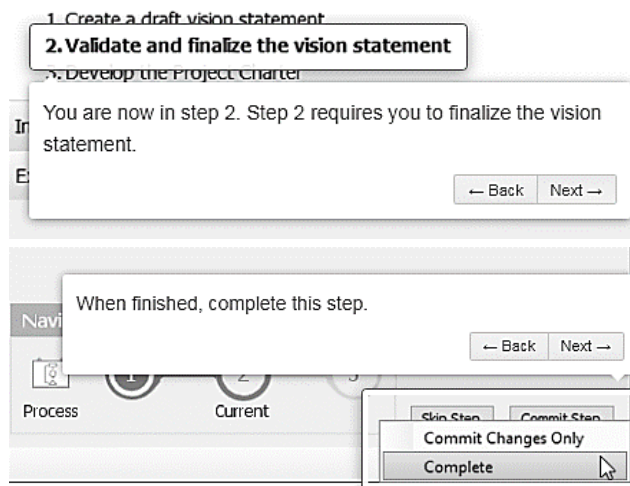


Рис. 2.32. Підтвердження виконання етапу

Одним з важливих документів в Agile є статут проекту (Agile Project Charter), який формально авторизує існування проекту й надає керівнику повноваження використовувати ресурси організації для операцій проекту.

Статут проекту – це простий документ обсягом одна сторінка, який створюється на початку проекту з метою чіткого та стисло визначення того, що є метою даного проекту і, відповідно, критерієм його успішності. Для створення Project Charter натисніть відповідний елемент в Action Artefacts (рис. 2.33).

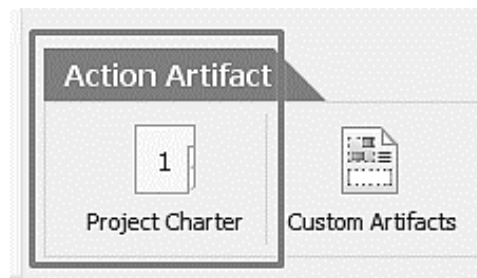


Рис. 2.33. Запуск вікна Project Charter

У вікні, що відкриється, потрібно додати опис мети проекту (Project Mission) та критеріїв успішності (Project Success Criteria) (рис. 2.34, рис. 2.35).

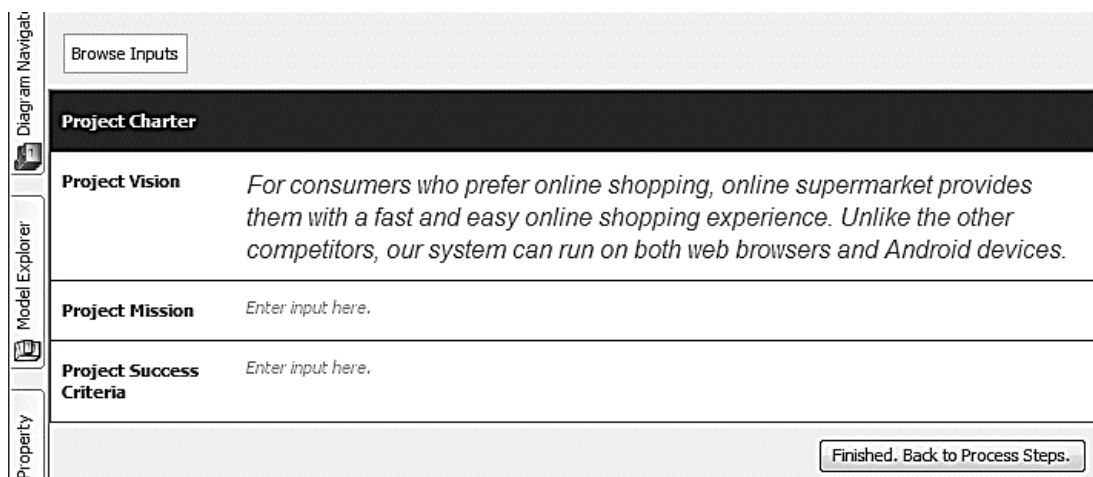


Рис. 2.34. Вікно Project Charter

Метою проекту є:

- створення системи для онлайн-покупок для автоматизації та підтримки закінченого процесу покупки;
- забезпечення підтримки браузерної версії та версії для Android;
- створення істема спілкування наживо (live), що дозволить користувачам негайно отримувати відповіді на запитання

Критерій успішності проекту:

- Проект HUM буде успішним, коли повне тестування HUM, версії HUM для Android і всі технічна документація будуть повністю реалізовані, з дотриманням вимог часу та вартості.

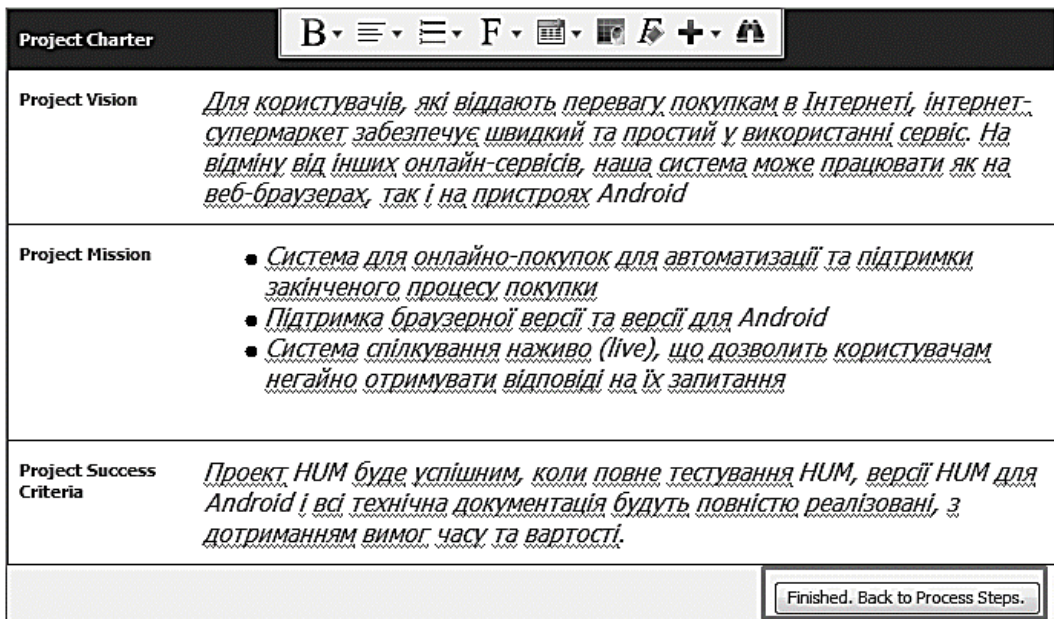


Рис. 2.35. Заповнений Project Charter

Обравши елемент Project Charter у групі Outputs, Ви отримає можливість завантажити заповнений документ у форматі docx (рис. 2.36, рис. 2.37).

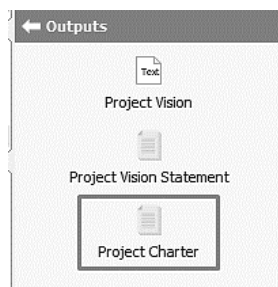


Рис. 2.36. Виклик вікна діалогу для завантаження файлу Project Charter

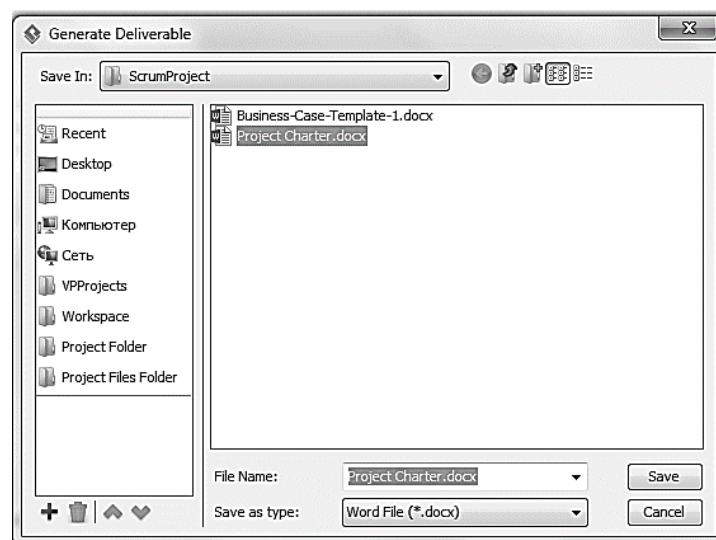


Рис. 2.37. Вікно діалогу для завантаження файлу Project Charter

Скріншот, отриманого документу наведено на рис. 2.38.

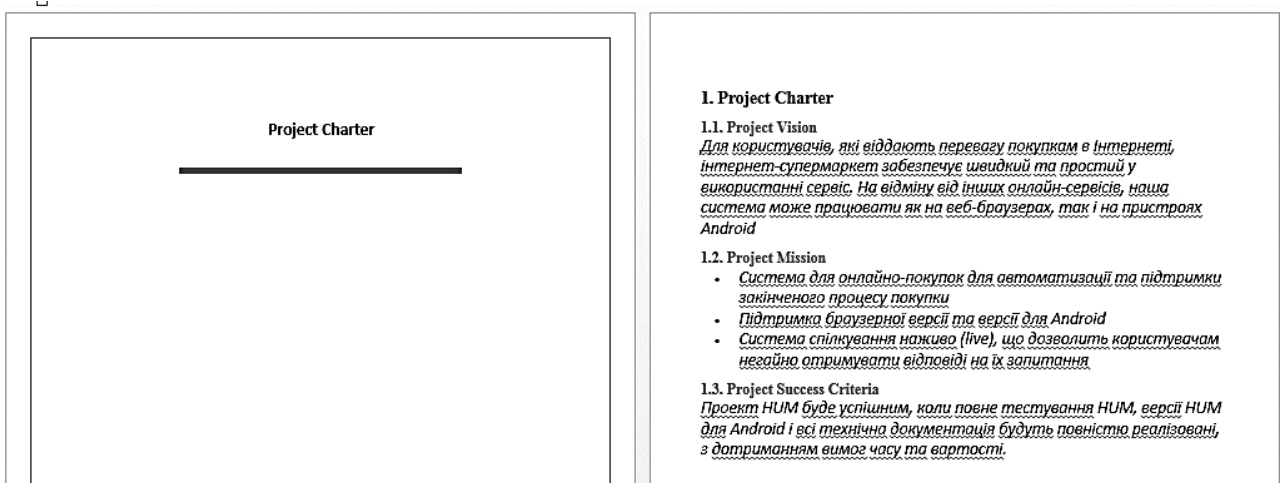


Рис. 2.38. Скріншот файлу Project Charter

Для повернення до основної діаграми Scrum Canvas, потрібно натиснути відповідну кнопку на панелі меню. На діаграмі біля елемента Identify Project Vision має з'явитися значок, що свідчитиме про успішне завершення етапу (рис. 2.39).

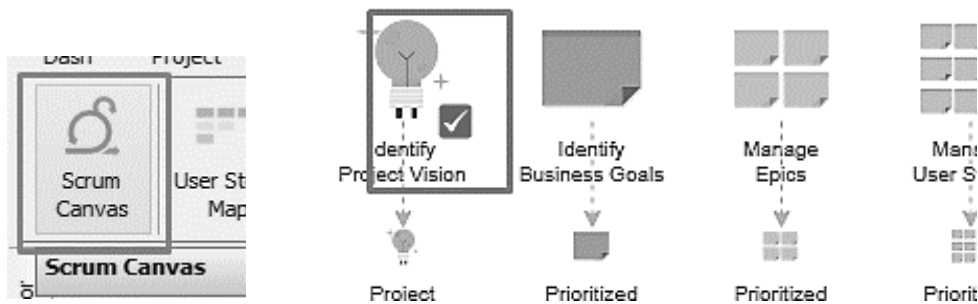


Рис. 2.39. Елемент Identify Project Vision на Scrum Canvas проекту

Зазначимо, що при новому запуску Visual Paradigm може з'явитися повідомлення: "Failed to connect to server. Please log in the server and click ". Натисніть значок в кінці повідомлення та авторизуйтеся у VP Online (рис. 2.40).

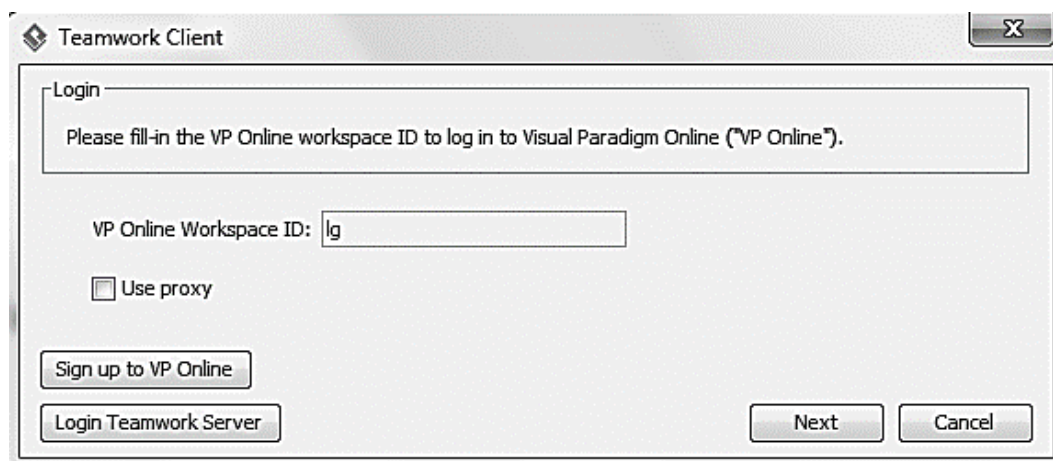


Рис. 2.40. Авторизація у VP Online

На наступному кроці заповнення Scrum Canvas потрібно додати інформацію про осіб, що виконують ролі Власника Продукту, Скрам-Майстра, членів Команди з Розробки та Стейкхолдерів продукту.

Розпочнемо з формування даних про Власника Продукту. Для цього у Scrum Process Canvas натисніть значок налаштування у правому верхньому куті елемента Product Owner. У вікні, що відкриється оберіть артефакт Власник Продукту (рис. 2.41).



Рис. 2.41. Дії з артефактом Власник Продукту

У вікні, що відкриється, розміщена форма, у якій потрібно вказати ім'я відповідальної особи і визначити його обов'язки (рис. 2.42).

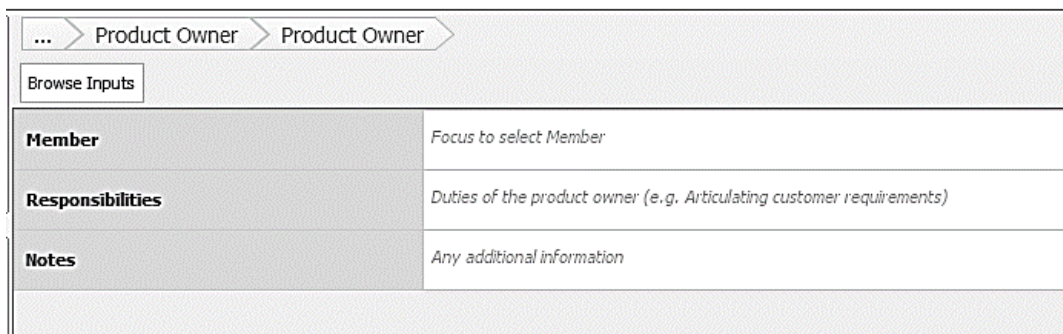
The image shows a configuration form for the 'Product Owner' role. At the top, there are breadcrumb navigation arrows: '... > Product Owner > Product Owner'. Below this is a 'Browse Inputs' button. The form is divided into three sections: 'Member' (with the instruction 'Focus to select Member'), 'Responsibilities' (with the instruction 'Duties of the product owner (e.g. Articulating customer requirements)'), and 'Notes' (with the instruction 'Any additional information').

Рис. 2.42. Вікно заповнення даних про Власника Продукту

Оберіть члена команди, який буде Власником Продукту, зробивши відмітку у списку учасників проекту (рис. 2.43).

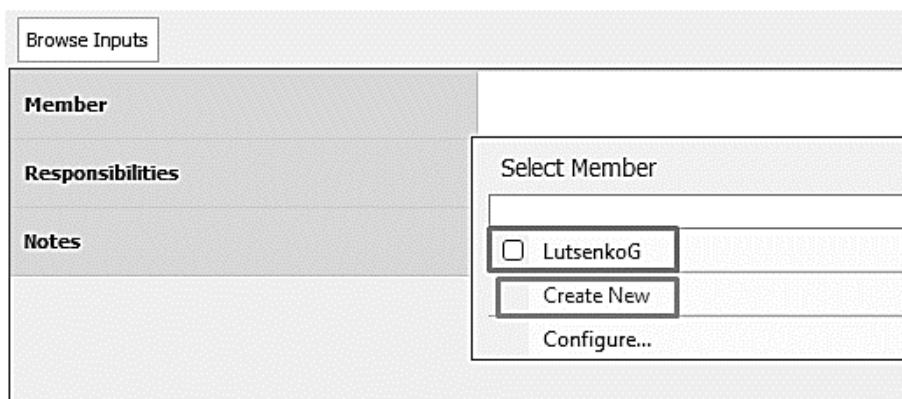
The image shows the same configuration form as in Figure 2.42, but with a 'Select Member' dialog box open over the 'Member' section. The dialog box has a title 'Select Member', a search input field, and a list of members. The member 'LutsenkoG' is selected with a radio button. Below the list are buttons for 'Create New' and 'Configure...'. The 'Notes' section of the form is visible in the background.

Рис. 2.43. Вибір Власника Продукту

На цьому етапі потрібно додати інформацію про всіх осіб, залучених до виконання проекту. Для цього оберіть команду Configure (рис. 2.44).

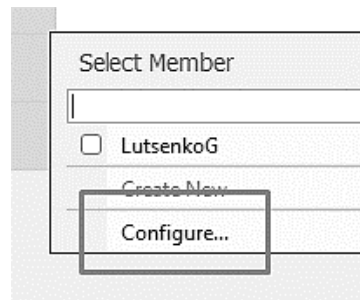


Рис. 2.44. Редагування даних про учасників проекту

У вікні, що відкриється, вказано лише одного учасника проекту (рис. 2.45). Оберіть команду Create. У формі вкажіть ім'я нового учасника проекту та адресу дійсної електронної пошти (рис. 2.46). Зазначимо, що не можна зареєструвати декілька учасників проекту з однією електронною поштою.

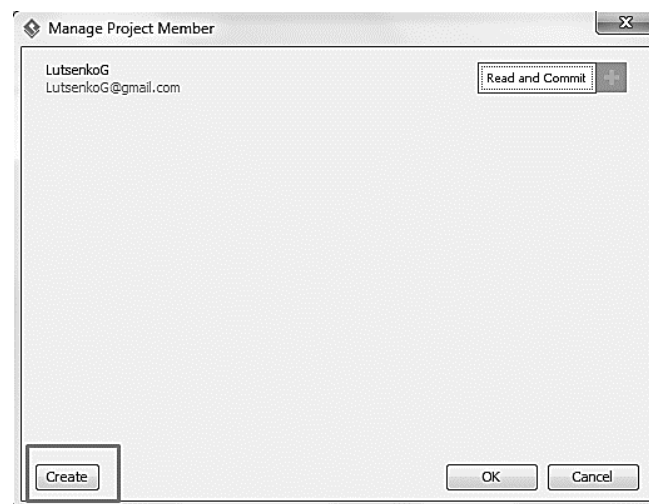


Рис. 2.45. Вікно управління інформацією про учасників проекту

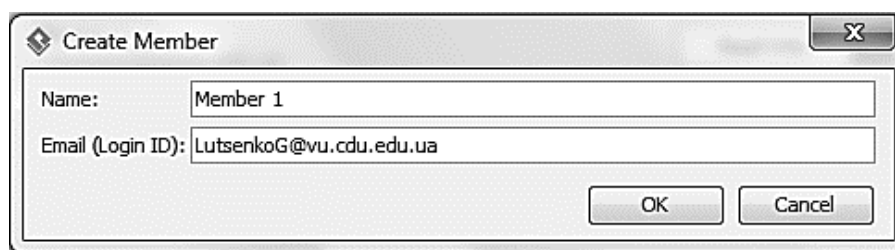


Рис. 2.46. Вікно внесення даних про учасників проекту

У вікні управління інформацією про учасників проекту з'явиться новий учасник проекту (рис. 2.47). Відповідальна за ведення проекту особа має повноваження переглядати та підтверджувати зміни у проекті (Read and Commit). Для інших учасників проекту за замовчуванням пропонується варіант Лише перегляд (Read Only).



Рис. 2.47. Оновлене вікно управління інформацією про учасників проекту

На рис. 2.48 наведене випадаюче меню з усіма учасниками нашого проекту.

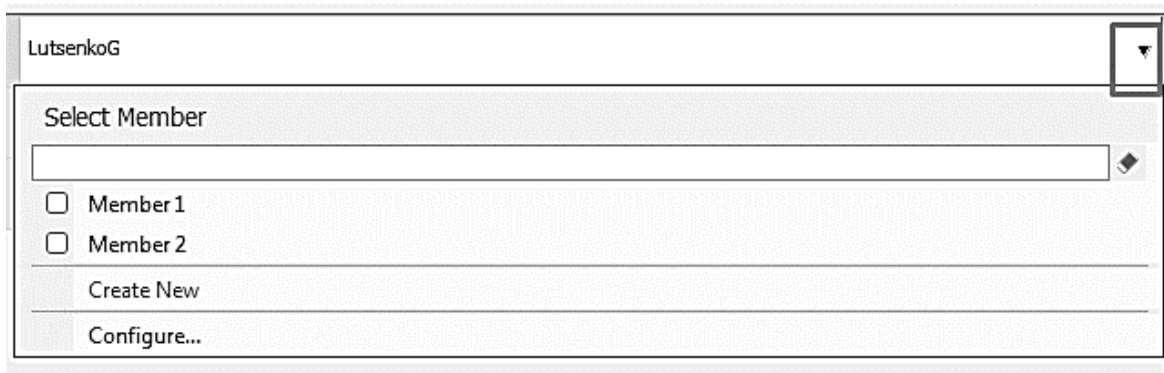


Рис. 2.48. Список учасників проекту

У наступному елементі форми потрібно ввести список, що визначає коло питань, за вирішення яких відповідає Власник Продукту. На рис. 2.49 відображено заповнений елемент Responsibilities.

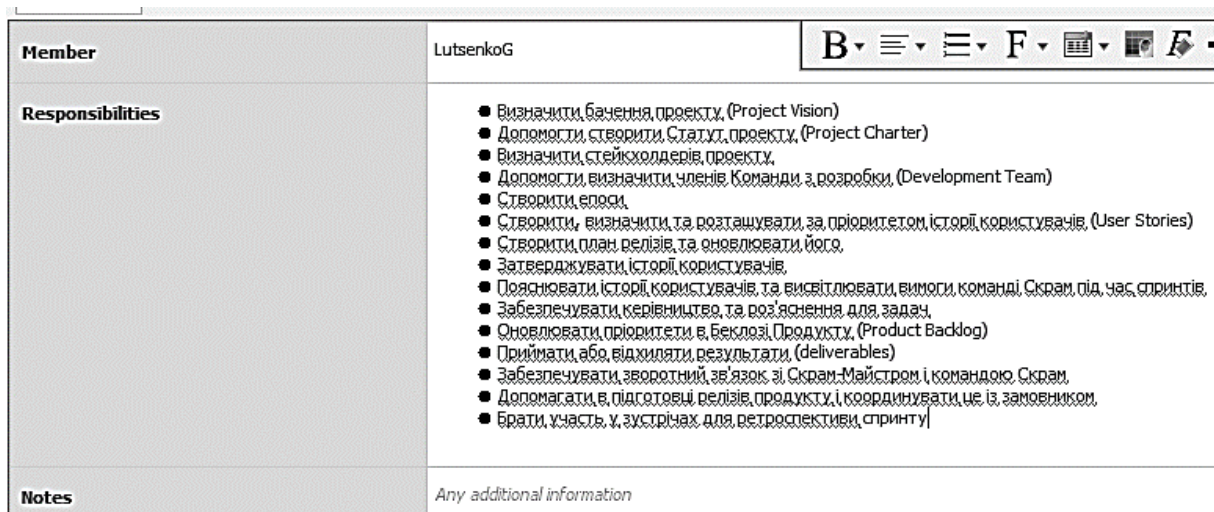


Рис. 2.49. Список обов'язків Власника Продукту

Далі, потрібно повернутися до вікна Власник Продукту і підтвердити виконання дії. Для цього потрібно у правому нижньому куті обрати команду Commit – Complete (рис. 2.50).

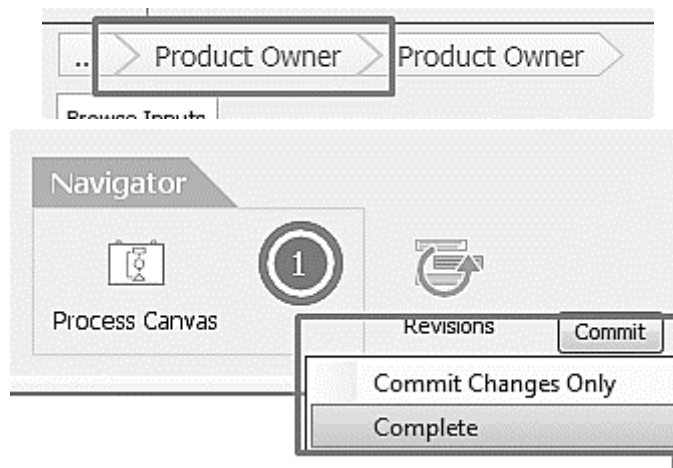


Рис. 2.50. Підтвердження виконання операції

На наступному кроці, на Scrum Canvas потрібно обрати елемент Scrum Master і вікні, що відкриється, обрати Action Artefacts – Scrum Master (рис. 2.51).

Діючи аналогічним чином введіть інформацію про Скрам-Майстра проекту, обравши для цього іншого учасника команди Рис. 2.52.

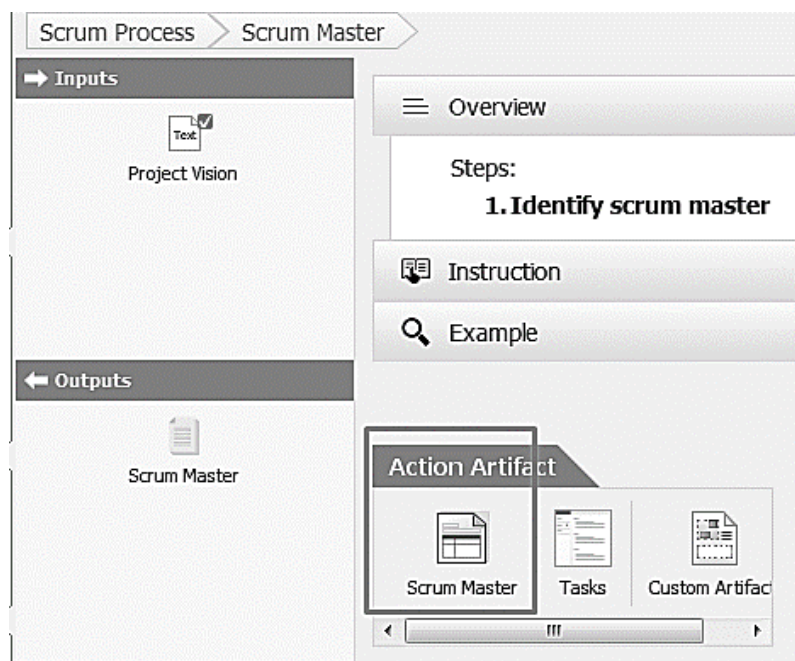


Рис. 2.51. Вікно введення даних для Скрам-Майстра

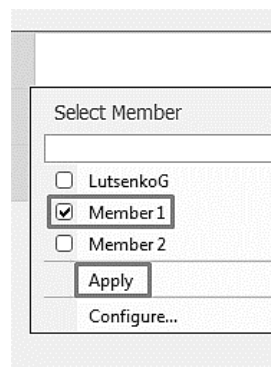


Рис. 2.52. Вибір Скрам-Майстра проекту

На рис. 2.53 відображено форму з описом обов'язків Скрам-Майстра проекту.

... > Scrum Master > Scrum Master	
Browse Inputs	
Member	Member 1
Responsibilities	<ul style="list-style-type: none"> ● Допомогти ідентифікувати стейкхолдерів проекту. ● Фасилітувати створення команди Скрам. ● Фасилітувати створення епоїв. ● Допомогати Власнику Продукту, в створенні та підтриманні Беклогу Продукту. ● Координувати розробку, плану, релізе. ● Адаптувати у створенні й визначенні історій користувачів. ● Фасилітувати зустрічі. ● Фасилітувати команду Скрам у створенні завдань для наступного спринту. ● Фасилітувати команду Скрам у оцінюванні досягнень. ● Підтримувати команду Скрам у створенні продукту. ● Допомогати підтримувати лог продукту. ● Слідкувати за вирішенням питань, що можуть спливати на перебіг проекту
Notes	Any additional information

Рис. 2.53. Список обов'язків Скрам-Майстра

Аналогічно до попереднього випадку, потрібно підтвердити виконання дії й повернутися до Scrum Canvas проекту. На ньому обираєте елемент Scrum Team Members і вводите інформацію про Команду з розробки.

На рис. 2.54 наведено вигляд форми учасників проекту, а на рис. 2.55 - приклад заповнених даних для одного з членів команди.

... > Scrum Team Members > Scrum Team		
Browse Inputs		
Member	Responsibilities	Notes
Focus to select Member	Duties of this member (e.g. UX, maintaining database specifi...	Any additional information about this member

Рис. 2.54. Форма учасників проекту

... > Scrum Team Members > Scrum Team		
Browse Inputs		
Member	Responsibilities	Notes
Member 2	<ul style="list-style-type: none"> ● Тестування зручності (usability testing) й накопичення відгуків ● Розробка каркасу веб-сайту (wireframes) та прототипів, відповідно до потреб користувача. ● Вирішення UX (User Experience) проблеми ● Обговорення ідей проектування та прототипування з розробниками ● Розробка керівництва з UX 	Відсутня з 15. 10. 2019 по 20. 10. 2019 включно

Рис. 2.55. Приклад заповнення даних

Серед завдань, за які відповідають учасники Команди з розробки, можуть бути також наступні:

- керування базою даних;
- підтримка специфікації бази даних;
- проектування і розробка веб-сайту;
- співпраця з крос-функціональною командою для визначення, проектування та впровадження нових можливостей продукту;
- написання технічних специфікацій;
- проектування і розробка платформи для Android тощо.

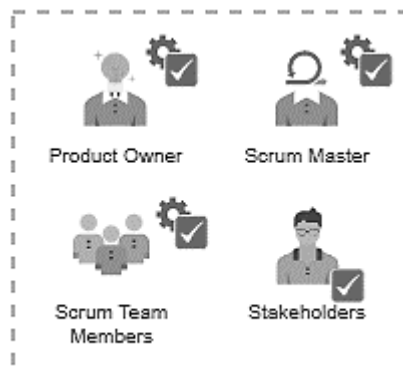
Хоча, відповідно до регламенту методології Scrum, стейкхолдери (роботодавці) й не належать до команди Scrum, Visual Paradigm все ж пропонує можливість задати інформацію і про них. Це зручно, коли мова йде про компанію, частиною якої є Scrum-команда.

На рис. 2.56 наведено приклад інформації про стейкхолдерів проекту.

... > Stakeholders > Stakeholders				
Name	Role			Notes
Person 1	Sponsor	Фінансування проекту, покриття поточних витрат	person1@gmail.com	CNU Company
Person 2	Customer	Відстеження перебігу проекту, для забезпечення релізу продукту	person2@gmail.com	Star Company
Person 3	User	Забезпечення зворотного зв'язку, відповідно до відгуків користувачів	person3@gmail.com	Star Company

Рис. 2.56. Вікно з даними про стейкхолдерів проекту

По завершенню робіт з внесення даних, біля всіх ролей проекту з'являться відповідні відмітки.



Розглянемо ще один приклад застосування Visual Paradigm, наведений на сайті компанії. Цей приклад пов'язаний зі створенням історій користувачів (User Stories), що є складовою Беклогу Продукту в Scrum. Як зазначено на сайті Visual Paradigm, основною метою розробки кожного програмного проекту є створити правильний продукт для цільових користувачів, що підводить до запитання, що ж є "правильним продуктом"? (Visual Paradigm, 2016).

Правильний продукт – це продукт, який клієнти хочуть отримати, який допоможе задовольнити їх потреби й відповідає їх побажанням. На жаль, ніхто не знає наперед, що вони хочуть і потребують, зокрема і самі клієнти. Системний підхід допомагає визначати потреби клієнтів. Він передбачає попереднє визначення бізнес-цілей, які повинні бути задоволені, і поступово виявлення вимог, що базуються навколо цілей.

Поведінка інформаційної системи описується за допомогою функціональної моделі, яка відображає системні прецеденти (use case), системне оточення (діючі особи або актори – actors) і зв'язки між прецедентами й акторами (діаграми прецедентів (діаграми варіантів використання) – use case diagrams) (рис. 2.57). Основна задача моделі прецедентів – бути єдиним засобом, що дає можливість замовнику, кінцевому користувачеві й розробнику разом обговорювати функціональність і поведінку системи. Розробка моделі прецедентів розпочинається на стадії задумки з вибору акторів і визначення загальних принципів функціонування системи. Потім на етапі опрацювання модель доповнюється детальною інформацією до існуючих прецедентів, а в разі потреби додаються нові (Кватрани, 2001; Буч, Рамбо, & Джейкобсон, 2003).

Актори не є частиною системи, вони відображають когось чи щось, що має взаємодіяти з системою. Зазвичай актори виявляються з опису задач або шляхом обговорення проекту з замовниками та залученими експертами з певної предметної області.

Прецедент описує конкретну мету бізнесу, яку повинна задовольнити система, що будується. Діаграма варіантів використання дає графічний огляд цілей (описаних прецедентами), які користувачі (представлені дійовими особами) хочуть досягти за допомогою системи.

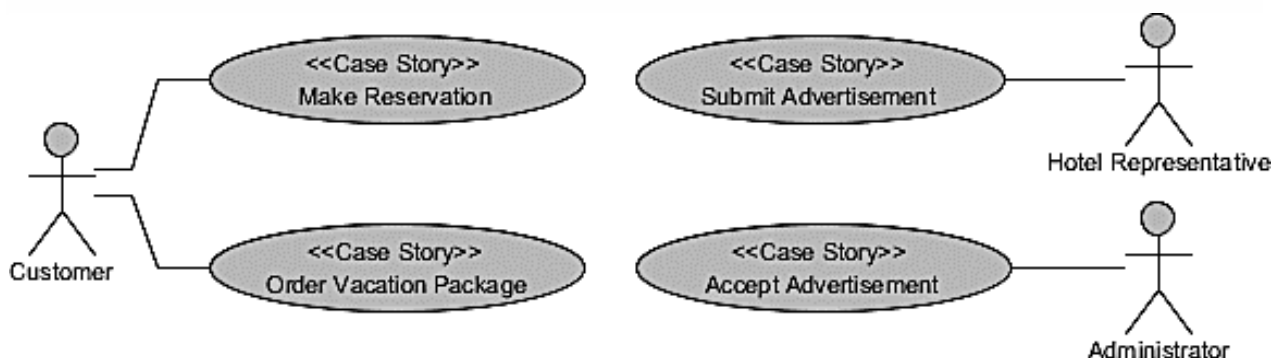


Рис. 2.57. Приклад діаграми варіантів використання для системи бронювання готелю

Основна мета моделювання діаграми прецедентів – розробити основу системи шляхом визначення того, чого хочуть користувачі.

Для управління вимогами широко використовується інструмент, що називається історія користувача (User Story). Як зазначалося вище, історія користувача – це спосіб розпочати дискусію із зацікавленими сторонами для того, щоб група розробників знала, чого хочуть зацікавлені сторони. Історії користувачів, створені Власником Продукту, відображають вимогу "хто", "що" і "чому" просто і стисло, і є, як правило, написані природною мовою в нетехнічному форматі.

Важливо зауважити, що прецеденти лише являють собою цілі, але не фактичні вимоги, яких слід дотримуватися. Однак, прецеденти служать зручною відправною точкою для виявлення вимог:

Прецеденти забезпечують чіткий обсяг проекту. Імовірність виявлення вимог, що виходять за межі проекту, може бути зменшена

Вимоги, що випливають із прецедентів, гарантовано узгоджуються із баченням та цілями бізнесу

Зв'язки між прецедентами та вимогами користувачів допомагають з'ясувати обґрунтування вимог у будь-який момент програмного проекту.

Розглянемо систему бронювання готелів як приклад (VP, 2016).

Почнемо з побудови діаграми випадку використання. Для цього створимо новий проект, вибравши команди Project – New на панелі інструментів. У вікні проекту потрібно ввести його назву "Система бронювання готелів" та натиснути Create Blank Project (рис. 2.58).

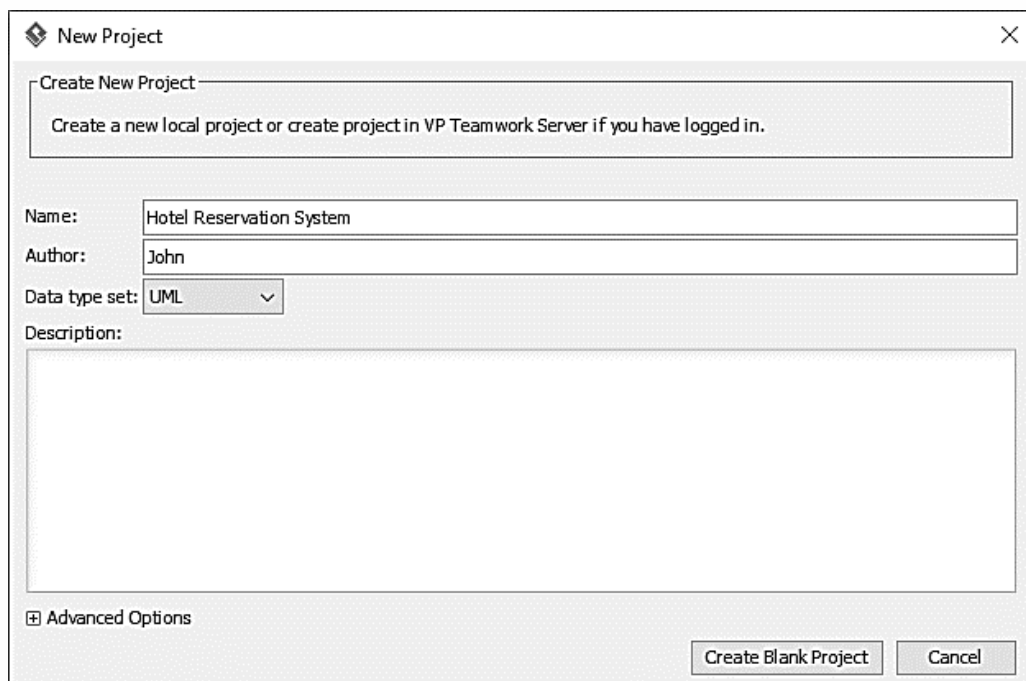


Рис. 2.58. Вікно створення нового проекту

Щоб створити діаграму Use Case, виберіть Diagram – New на панелі інструментів і виберіть Use Case Diagram та натисніть кнопку Next (рис. 2.59).

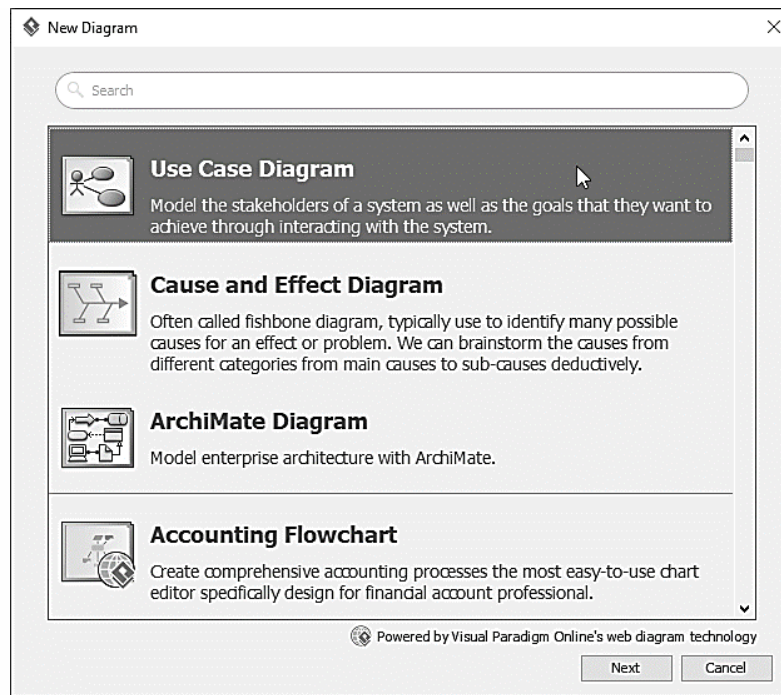


Рис. 2.59. Створення діаграми варіантів використання

Натисніть на елемент **Актор** на панелі інструментів діаграми. Перетягніть його на схему, щоб створити актора та назвати його Customer (рис. 2.60).

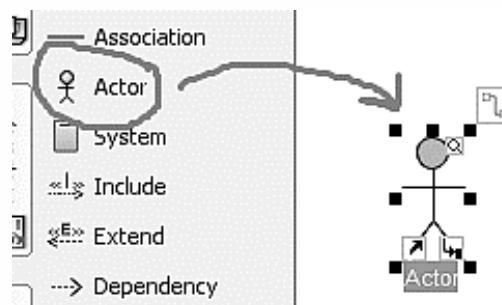


Рис. 2.60. Створення актора

Система дозволить користувачам здійснити бронювання, що є варіантом використання системи. Створимо для нього варіант використання. Наведіть курсор миші на актора Customer і натисніть на значок Resource Catalog у верхньому правому куті (рис. 2.61).

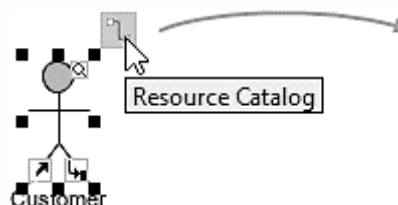


Рис. 12. Відкриття каталогу ресурсів (основних з'єднань)

Виберіть Association - Use Case у каталозі ресурсів для встановлення зв'язку типу асоціація (рис. 2.62).

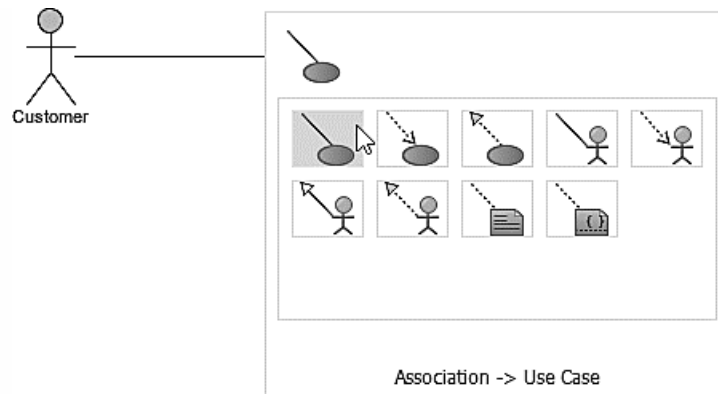


Рис. 2.62. Вибір типу зв'язку між актором і прецедентом

Відпустіть кнопку миші для створення прецеденту. Назвіть створений прецедент *Make reservation*. Асоціація між актором та варіантом використання вказує на те, що актор буде взаємодіяти з системою для досягнення відповідного випадку використання (рис. 2.63).

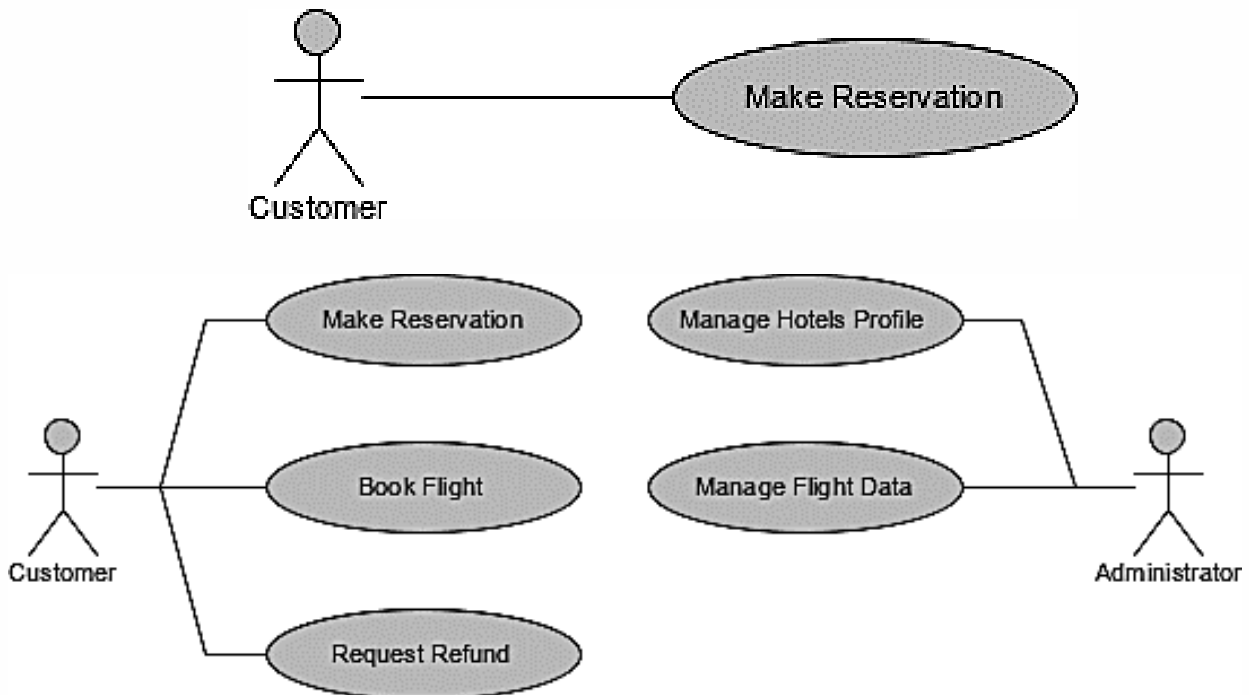


Рис. 2.63. Створена діаграма варіантів використання для системи бронювання

Написання User Stories розпочинається з формування «основи» сюжетної карти із прецедентів. Карта історій користувачів забезпечує багаторівневу структуру управління сюжетами користувачів. Верхній рівень фіксує заходи на високому рівні, які користувач виконуватиме. Visual Paradigm усуває розрив між прецедентом й історіями користувачів через функцію, що називається Надіслати до Беклогу Продукту (Send to Product Backlog). Ви можете надіслати прецеденти, створені в діаграмах варіантів використання, на карту історій користувача, формуючи магістраль.

Клацніть правою кнопкою миші на варіант використання *Make reservation* та виберіть у спливаючому меню Related Elements - Send to Product Backlog (рис. 2.64).

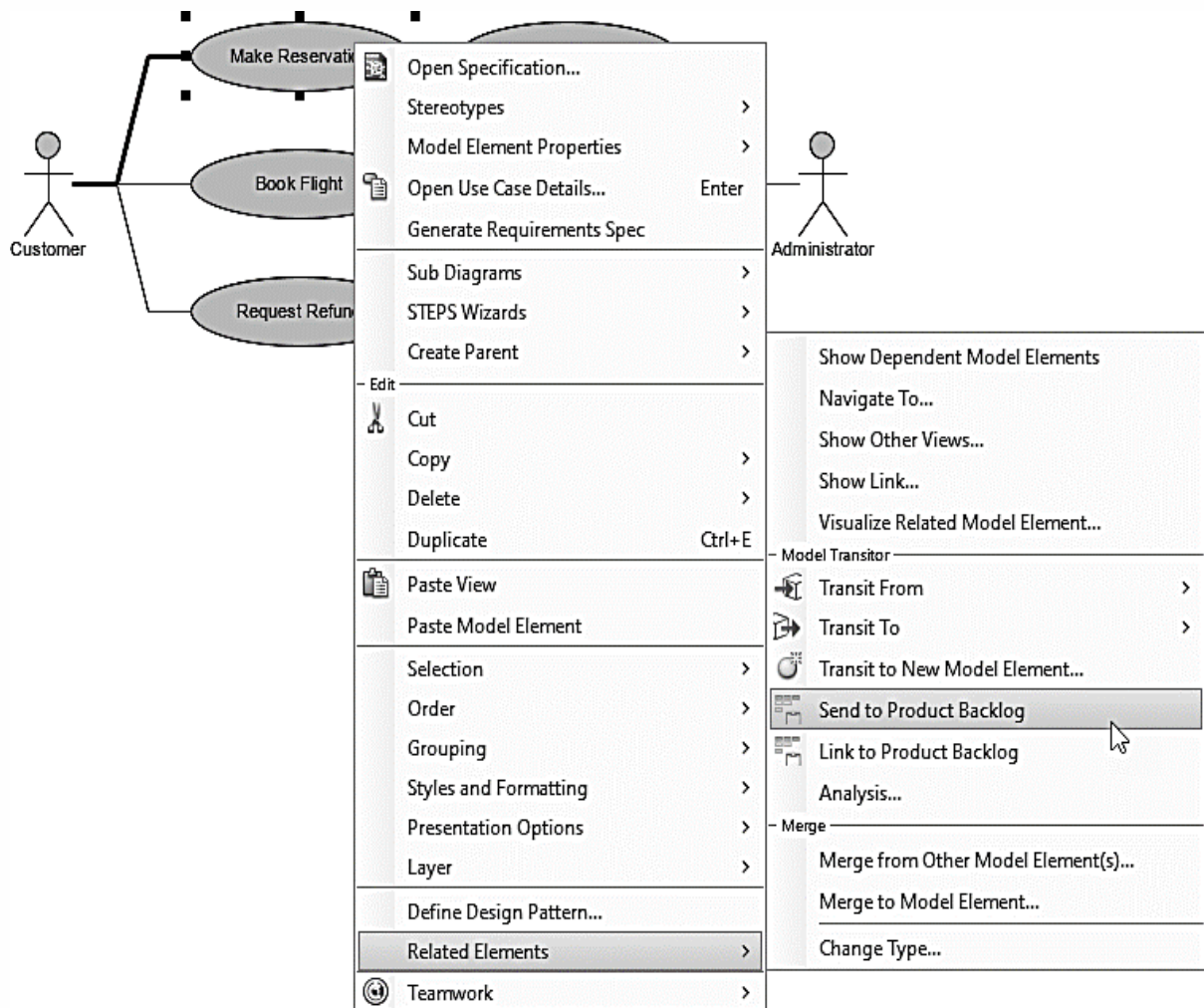


Рис. 2.64. Надсилання інформації про прецедент до Беклогу Продукту

Аналогічно потрібно надіслати інші прецеденти на карту історії користувачів. Далі відкрийте карту історій користувача, вибравши Agile - User Story Map на панелі інструментів (рис. 2.65).

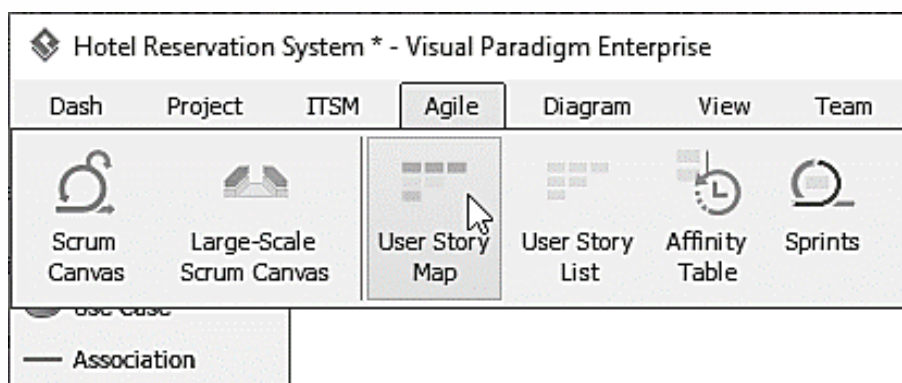


Рис. 2.65. Створення Agile User Story Map

У вікні, що з'явиться є три структури. Ви можете вибрати ту, яка відповідає вашому типу та масштабу проекту. У нашому випадку потрібно обрати третій рівень – Simplified 2 (3 level) (рис. 2.66).

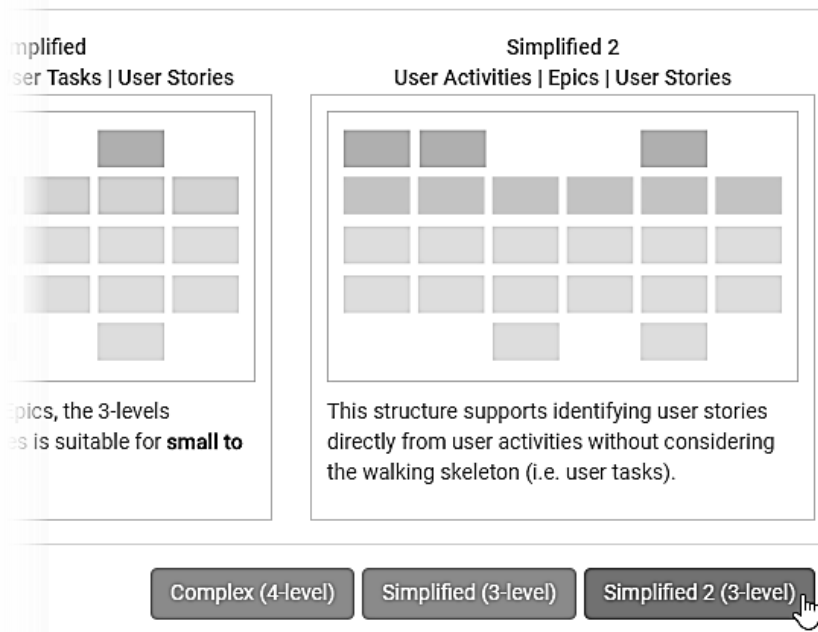


Рис. 2.66. Вибір структури User Story Map

Діяльність користувачів створюється із прецедентів та зберігається у списку **Reserved** зліва на карті історії. Сформуємо основу карти історії. Перетягніть елемент *Make Reservation* на User Story Map (рис. 2.67).



Рис. 2.67. Формування основи User Story Map

Аналогічно перетягніть інші дії користувача на карту історії (рис. 2.67).

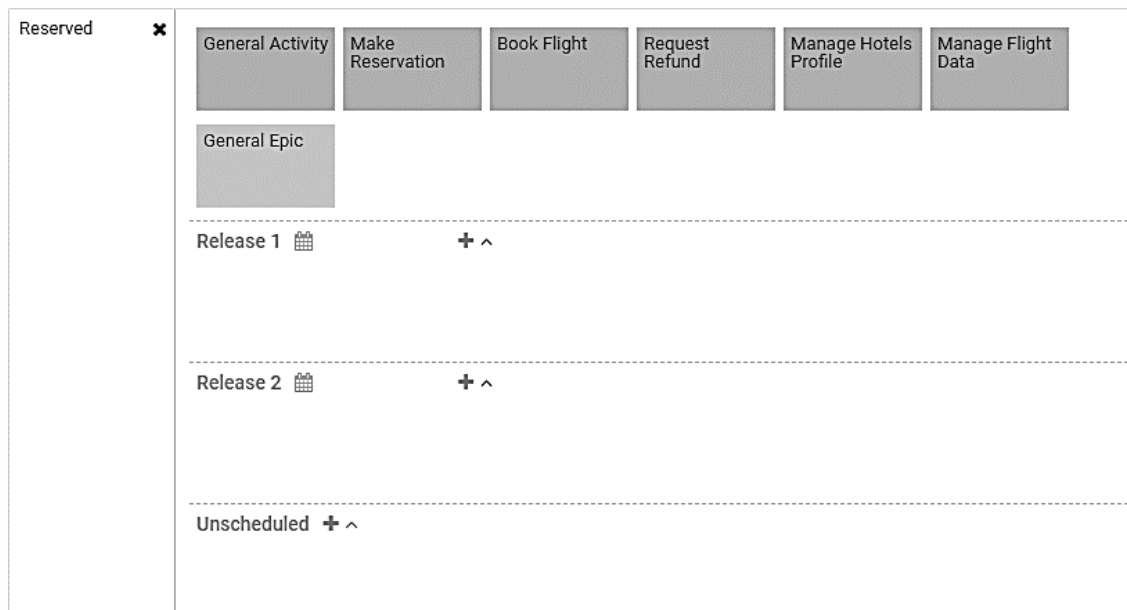


Рис. 2.67. Сформований верхній рівень User Story Map

Щоб полегшити керування вимогами та роботою, можна розбити діяльність користувачів на етапи. Для цього перемістіть курсор миші на активність користувача Make Reservation та натисніть кнопку «+» під ним, щоб створити етап (Epic) (рис. 2.68).

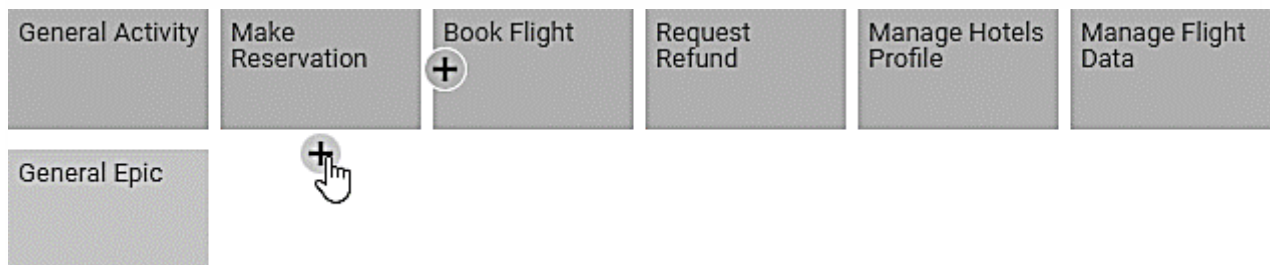


Рис. 2.68. Створення першого етапу

Введіть Search hotel як назву етапу (рис. 2.69).

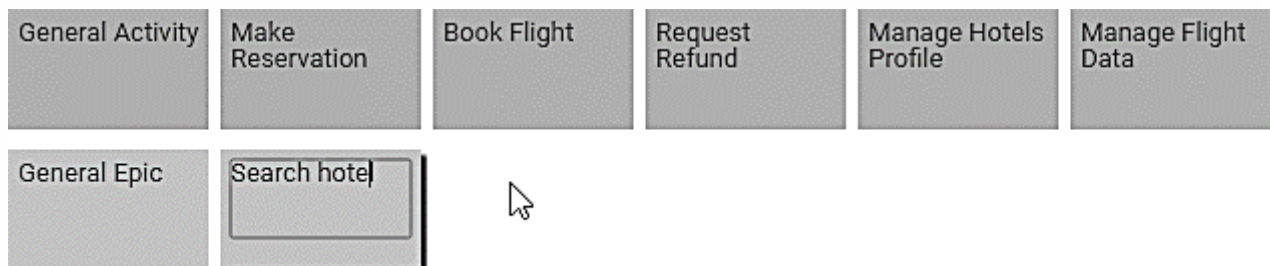


Рис. 2.69. Введення назви етапу

Додаймо ще один етап в рамках діяльності користувача *Make Reservation*. Наведіть курсор миші на Search hotel і натисніть «+» праворуч, щоб створити інші як показано на рис. 2.70.

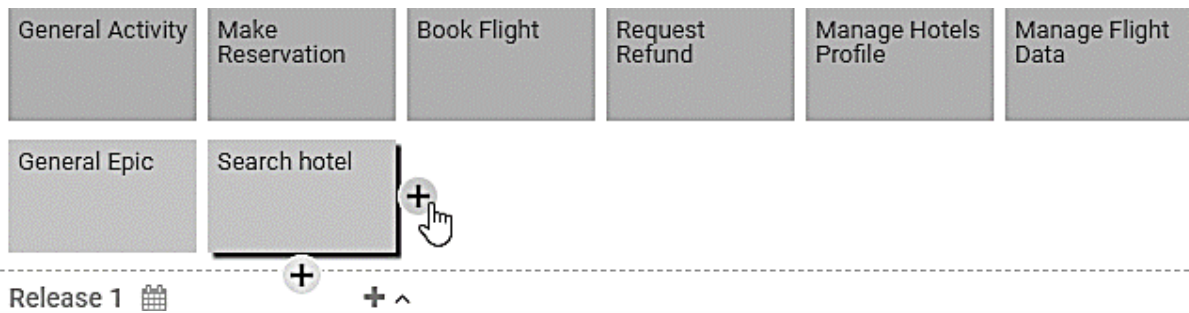


Рис. 2.70. Створення наступних етапів

Створіть етапи для решти решти дій користувача як показано на рис. 2.71.



Рис. 2.71. Етапи проекту, відображені на User Story Map

Деталізуємо історії користувачів, додавши наступний рівень на User Story Map. Створимо історії користувачів для Search hotel. Подібно до того, як можна створювати етапи для діяльності користувача, перемістіть курсор миші Search hotel та натисніть кнопку «+» під ним, щоб створити елемент (рис. 2.72).

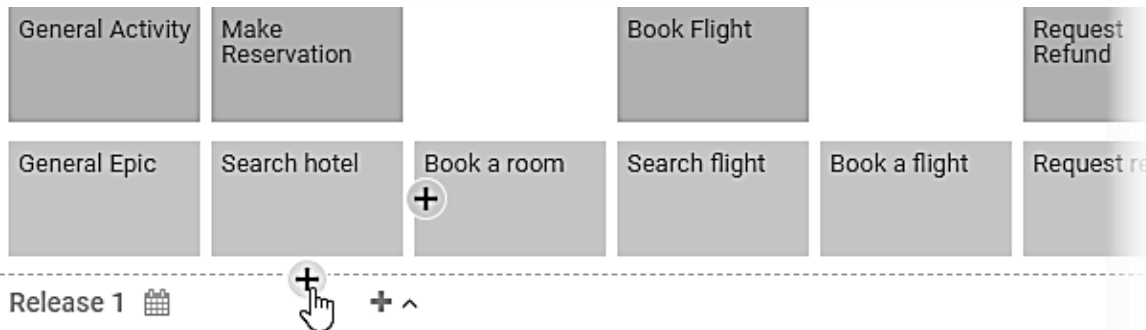


Рис. 2.72. Створення наступного рівня деталізації для User Story Map

Введіть назву історії користувача Perform a hotel search і натисніть Enter, щоб створити наступну історію користувача Keep the search settings within session, як показано на рис. 2.73.

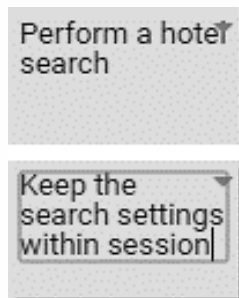


Рис. 2.73. Створення елементів, що містять історії користувачів

Припустимо, що нам потрібно, щоб ці дві функції були доступні в першій версії релізу. Перетягнемо їх до рядка Release 1 (рис. 2.74).

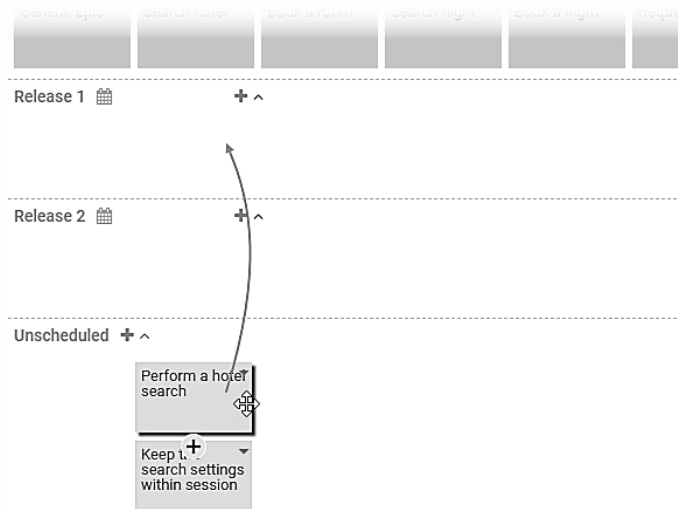


Рис. 2.74. Додавання історій користувачів до релізів

Створіть інші історії користувачів та перемістіть їх у різні рядки релізу (рис. 2.75).

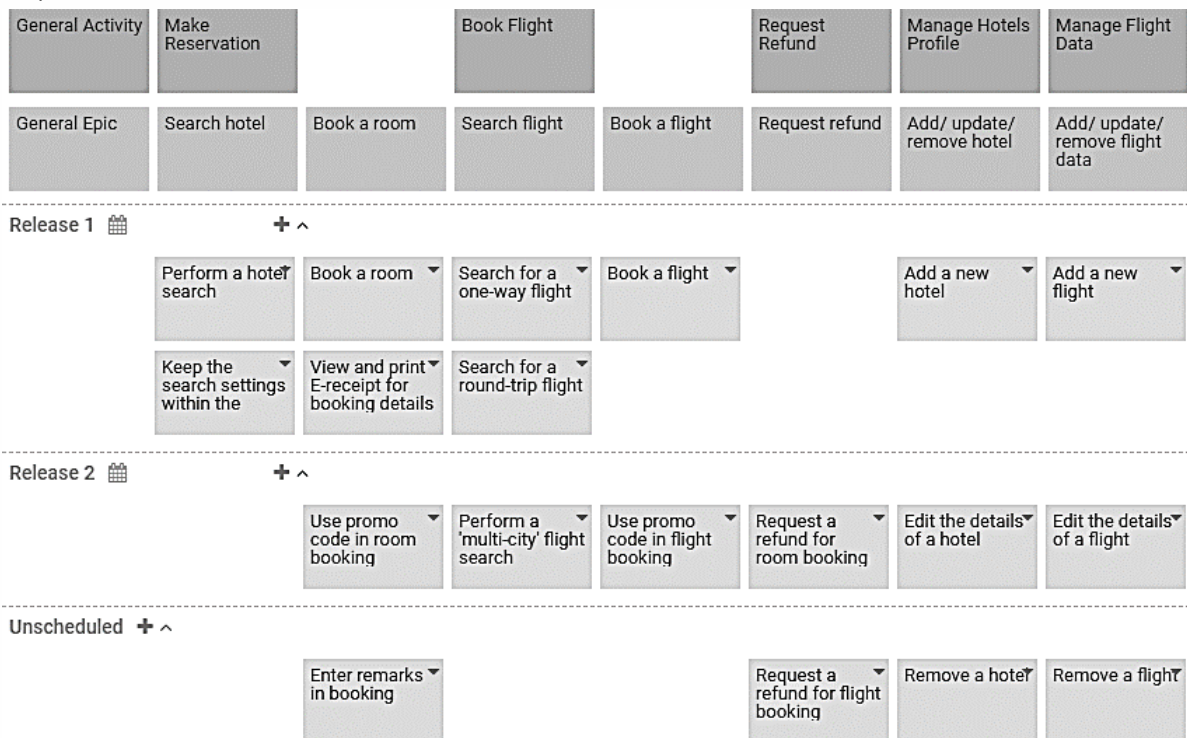


Рис. 2.75. Заповнена User Story Map

Історії користувачів повинні бути деталізовані до рівня, який забезпечує достатньо інформації для команди з розробки для визначення завдань, які потрібно виконати для підтримки потреб користувачів, і для точної оцінки часу та зусиль.

Двічі клацніть на історію користувача Perform a hotel search, щоб відкрити його (рис. 2.76).

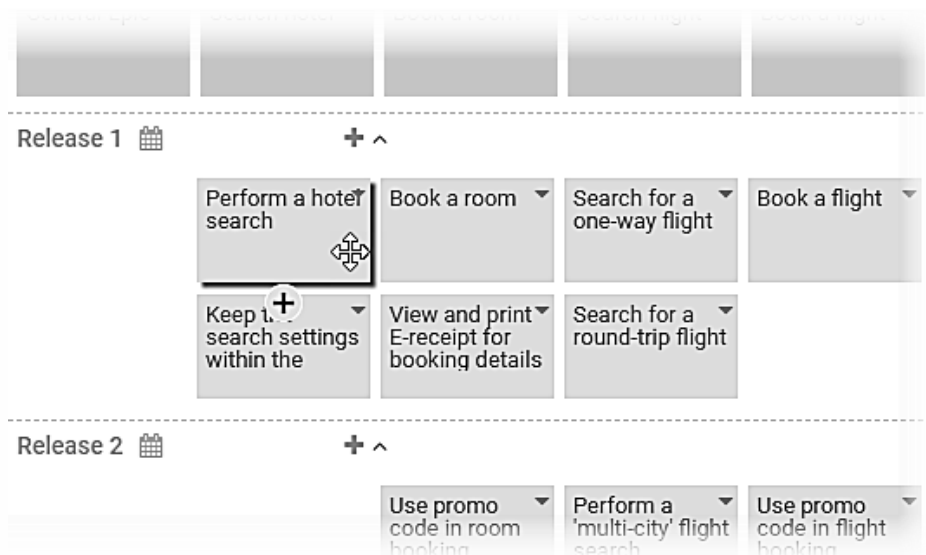


Рис. 2.76. Відкриття сценарію для історії користувача

Відкрийте закладку Scenario. Редактор сценаріїв формується рядками, відомими як кроки. Кожен крок представляє дію актора або відповідь системи (рис. 2.77).

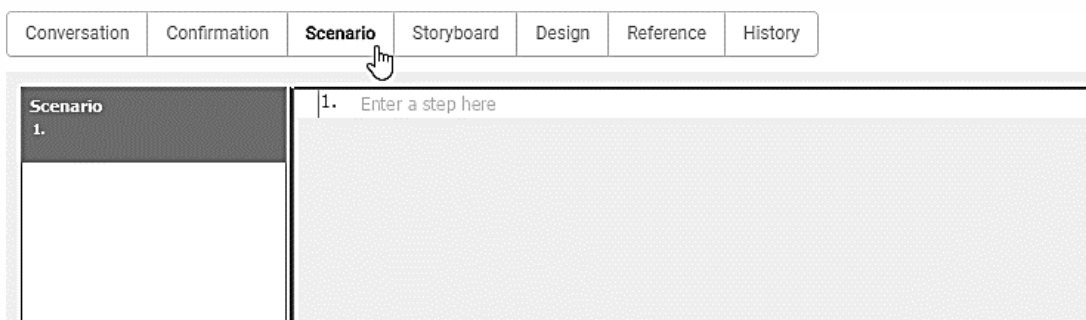


Рис. 2.77. Вікно заповнення сценарію

Клацніть на першому кроці та введіть першу дію користувача: *Введіть місто, прибуття, виїзд, тип номера та натисніть Пошук* (рис. 2.78).

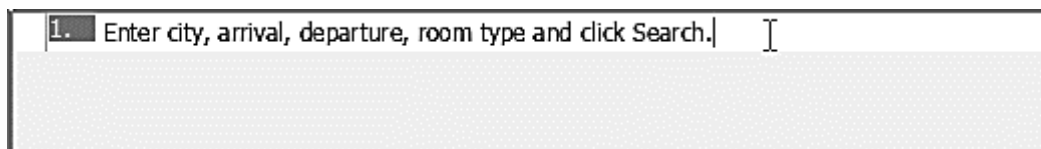


Рис. 2.78. Деталізація сценарію

Натисніть Enter, щоб виконати цей крок. Крок 2 буде створений автоматично.

Крок 2 визначає як система реагує на дію користувача. Ви можете почати з написання "Система ...", але є кращий спосіб представити відповідь системи. Клацніть правою кнопкою миші на рядку та виберіть Add Control - System Response у спливаючому меню, щоб додати крок опису відповіді системи (рис. 2.79).

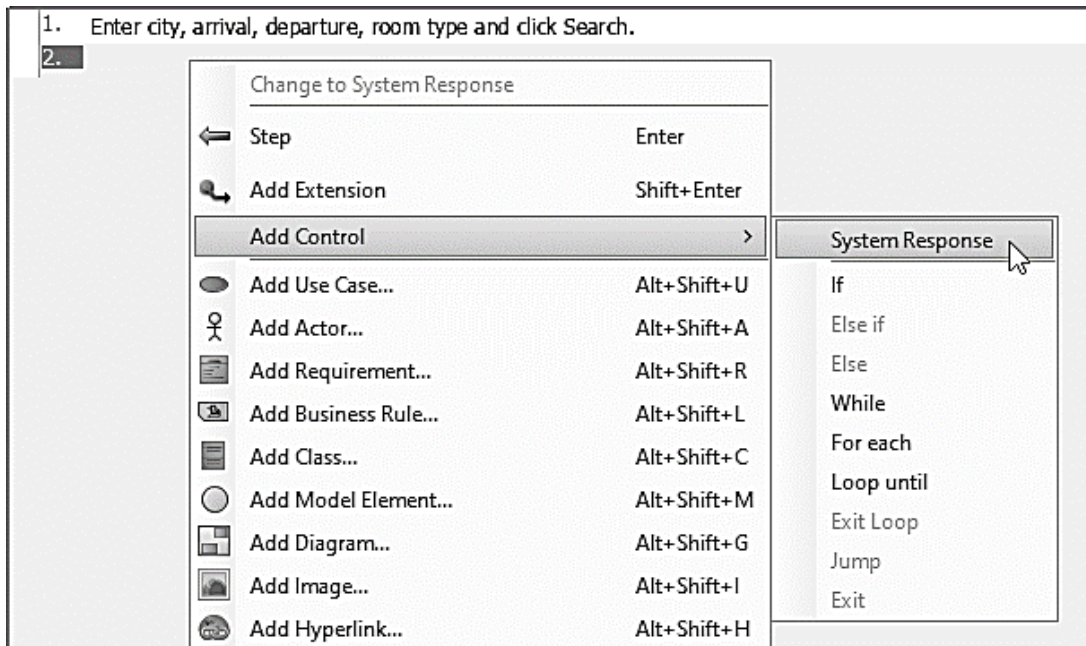


Рис. 2.79. Вибір System Response

Тепер ви можете ввести зміст кроку 2: *Показувати список готелів* і додати ще два кроки (рис. 2.80).

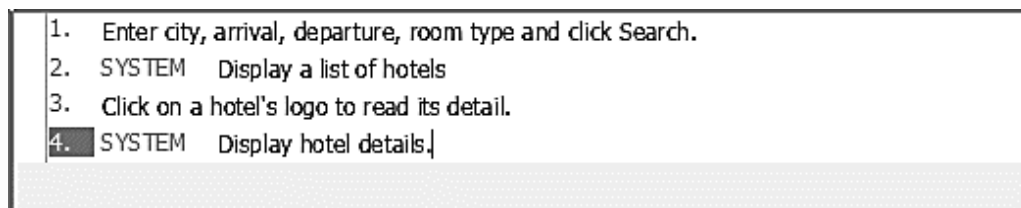


Рис. 2.80. Опис відгуку системи

Отже, інструментом для ідентифікації та візуалізації бізнес-цілей у Visual Paradigm виступає діаграма прецедентів UML (діаграма варіантів використання). Така діаграма допомагає зрозуміти сферу застосування моделі, відповіді на запитання, які саме елементи потрібно включати до продукту, як оцінювати прогрес проекту. Розробка UML-діаграм є складовою Scrum.

Команда з Розробки може встановлювати пріоритеність прецедентів за допомогою артефакт Prioritized Use Cases (рис. 2.81).

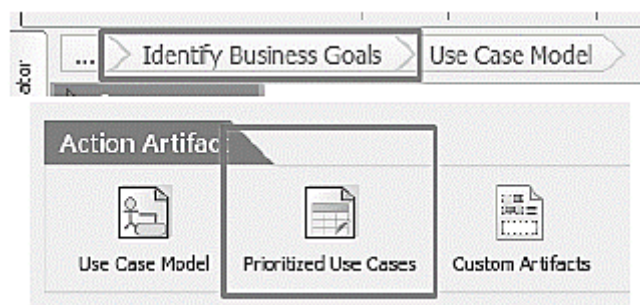


Рис. 2.81. Вибір артефакту Prioritized Use Cases

У таблиці, що відкриється, перераховуються всі випадки використання зі створеної діаграми. Ця таблиця заповнюється розробниками проекту, які вводять значення пріоритету, складності і розмір для кожного з прецедентів (це потрібно для планування спринтів за Scrum).

Для пріоритетів у Visual Paradigm можна використовувати наступні позначення:

- Необхідно (Must), Бажано (Should),
- Можливо (Could),
- Необов'язково / Бажано (Won't).

Ці значення вказують, що має найбільшу й негайну користь для проекту на ранній стадії.

Далі потрібно обрати розмір для прецедентів, орієнтуючись на суб'єктивну оцінку зусиль, які потрібні для його реалізації:

- Дуже великий (Very Large),
- Великий (Large),
- Середній (Medium),
- Малий (Small),
- Дуже малий (Very Small).

Аналогічно оцінюються і задаються значення складності для прецедентів:

- Висока (High),
- Середня (Medium),
- Низька (Low).

У результаті виконання я описаного прикладу, Команда з Розробки отримує детальний опис Беклогу Продукту та Беклогу Спринту. Надалі, розробники мають додати деталізований опис історій користувачів та критерії виконання (рис. 2.82).

Критерії виконання (Done Criteria) – це правила, що використовуються для оцінки завершеності історій користувачів. На відміну від критерію прийняття (Acceptance Criteria), що є унікальними для окремих історій користувачів, критерії виконання можуть застосовуватися до всіх історій. У випадку обох критеріїв, всі описані вимоги мають задовольнятися для того щоб оцінка була позитивною.

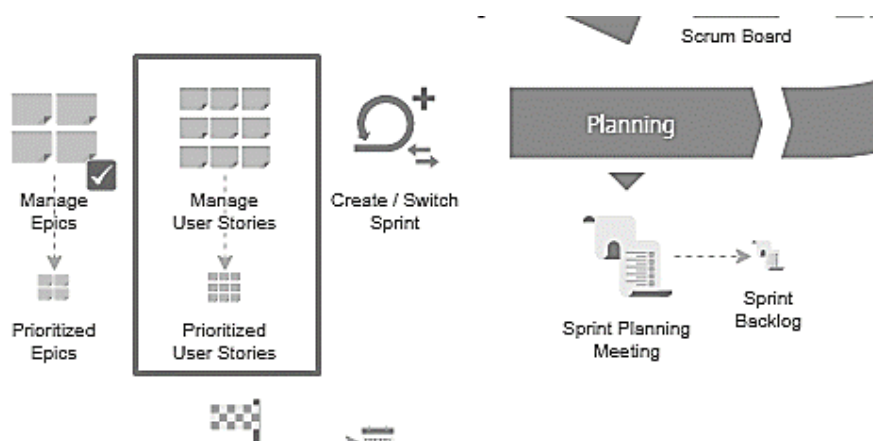
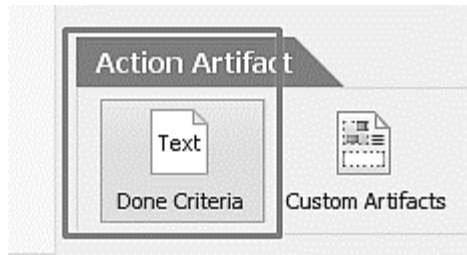


Рис. 2.82. Запуск менеджера історій користувачів

На сторінці, що відкриється оберіть артефакт дії Done Criteria.



Створіть запис із переліком типових критеріїв (рис. 2.83):

- Проект затверджено комітетом з проектування.
- Прототип пройшов всі тести визначені FFDT.
- Проект отримав документи щодо прав інтелектуальної власності.
- Кошторис проекту затверджено фінансовим відділом.

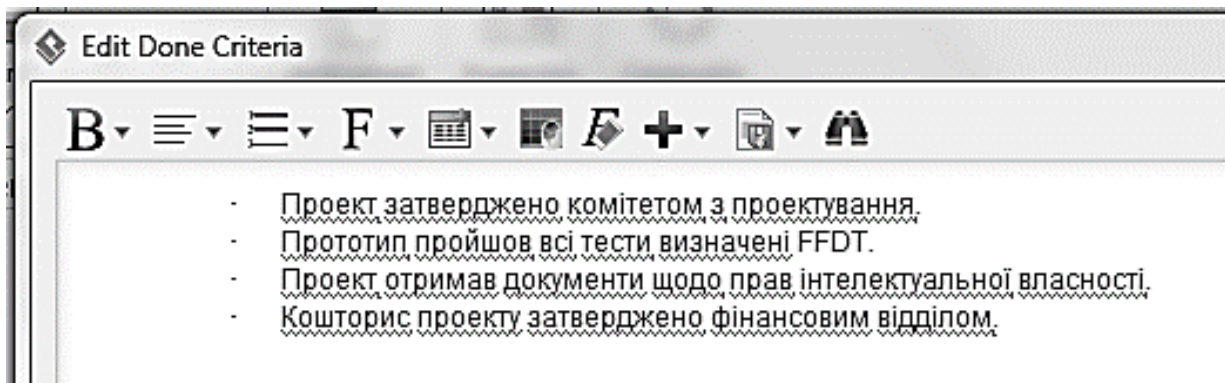


Рис. 2.83. Опис критерії виконання

По завершенню, перейдіть на попередню сторінку і зафіксуйте виконання кроку за допомогою команд Complete Step – Complete.

На наступному кроці розпочинається робота з історіями користувачів (рис.2.84).



Рис. 2.84. Управління Product Backlog

Карта історій користувачів (User Story Map) показує зв'язки між прецедентами, епосами та історіями користувачів. Відкритий набір епосів відображає високорівневі функціональні можливості проекту. Епоси потрібно деталізувати, додавши історії користувачів.

Історіям користувачів спочатку присвоюється певний статус: нова (New). Після затвердження історії отримують статус затверджених (Approved) (рис. 2.85).

ліст корзини.	Корзина покупця	New	
о до корзини.	Корзина покупця	New	Користувач може Користувач може Користувач не мо Користувач не мо Кількість одиниць
р у корзині.	Корзина покупця	Removed	
з корзини.	Корзина покупця	New	
з корзини дл...	Оформити оплату замов...	Approved	
зрювати ад...	Оформити оплату замов...	New	

Рис. 2.85. Вибір статусу історії користувачів

Затверджені історіями є кандидатами для внесення до Беклогу Спринту (вони доступні для вибору в розробку).

Звичайно, наведений у цьому підрозділі приклад використання програмного середовища Visual Paradigm стосується задач, тісно пов'язаних із ІТ-сферою. Visual Paradigm надає істотні переваги, дозволяючи ознайомити студентів із передовим програмним забезпеченням, що активно використовуються в ІТ-компаніях, і, одночасно, ознайомити із завершеним циклом гнучкої розробки. Студенти зможуть виконувати проект протягом декількох семестрів, що особливо актуально для міждисциплінарних проектів.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 2

- Agile. (2001). *Agile-маніфест розробки програмного забезпечення*. Отримано з <https://agilemanifesto.org/iso/uk/manifesto.html>
- A-STEP 2030. (2018). *Report on the future role of engineers in society and the skills and competences engineering will require*. Retrieved from https://www.astept2030.eu/sites/sub_site_astept2030/files/2019-05/report_1_literature_review_a-step_2030_a1_t1_.pdf.
- British Council. (2011). *Програма "Активні громадяни". Посібник фасилітатора*. Отримано з http://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/ac_toolkit_19th_aug_2014_final_version_ukr_2015_2.pdf
- Chun, A. H. (2004). The agile teaching/learning methodology and its e-Learning platform. In *Lecture Notes in Computer Science - Advances in Web-Based Learning* (pp. 11-18). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Delhij, A., Solingen, R., & Wijnands, W. (2015). *The eduScrum Guide*. Retrieved from http://eduscrum.nl/en/file/CKFiles/The_eduScrum_Guide_EN_1.2.pdf
- ЕНЕА. (2015). *Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG)*. Київ: ТОВ "ЦС".
- Habr. (2015). «*Scrum. Революционный метод управления проектами*». Книга за 15 минут. Отримано з <https://habr.com/ru/company/makeright/blog/297250/>
- Kamat, V. (2012). Agile manifesto in higher education. *Proceedings 2012 IEEE Fourth International Conference on Technology for Education*, (pp. 231-232). Hyderabad, India.
- Kolmos, A., de Graaff, E., & Du, X. (2009). Diversity of PBL – PBL learning principles. in X. Du, E. de Graaff, & A. Kolmos (Editors), *Research on PBL Practice in Engineering Education* (pp. 9-21). Rotterdam: Sense.
- Krehbiel, T. C., Salzarulo, P. A., Cosmah, M. L., Forren, J., Gannod, G., Havelka, D., ... Merhout, J. (2017). Agile Manifesto for Teaching and Learning. *The Journal of Effective Teaching*, 17(2), 90-111.
- Lean. (2019). Отримано з https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%89%D0%B0%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE
- Linden, T. (2018). Scrum-Based Learning Environment: Fostering Self-Regulated Learning. *Journal of Information Systems Education*, 29(2), 65-74.
- Peha, S. (2011). *Agile schools: How technology saves education (just not the way we thought it would)*. Retrieved from InfoQ: <https://www.infoq.com/articles/agile-schools-education/>

- Royle, K., & Nikolic, J. (2016). Agile work practices for learning and teaching: What we can learn from agile work practices about learning and teaching in schools. *Unpublished white paper*. doi:10.13140/RG.2.1.3501.0161
- SCRUM. (2017). *Посібник зі Скраму*. Отримано з <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Ukrainian.pdf>
- ScrumInc. (2018). The Scrum Inc. Team official Site. Retrieved from <https://www.scruminc.com/the-3-5-3-of-scrum/>
- STH. (2018). *Agile Methodology: A Beginner's Guide To Agile Method And Scrum*. Retrieved from <https://www.softwaretestinghelp.com/agile-scrum-methodology-for-development-and-testing/>
- Visual Paradigm. (2018). *Visual Paradigm Official Site*. Retrieved from <https://www.visual-paradigm.com/>
- Visual Paradigm. (2016). *How to Write Effective Use Cases?* Retrieved from <https://www.visual-paradigm.com/tutorials/writingeffectiveusecase.jsp?format=pdf>
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report. 2018. insigth Report*. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.
- Батенко, Л. П., Загородніх, О. А., & Ліщинська, В. В. (2003). *Управління проектами: навчальний посібник*. Київ: КНЕУ.
- Биков, В. Ю. (2008). *Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія*. Київ: Атіка.
- Богданов, В. В. (2003). *Управление проектами в Microsoft Projects 2002: учебный курс*. Санкт-Петербург: Питер.
- Буч, Г., Рамбо, Д., & Джейкобсон, А. (2003). *UML. Руководство пользователя*. Москва: ДМК Пресс.
- Галета, Я. (2012). Інформаційно-освітнє середовище як засіб навчання. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]*. Сер.: Педагогічні науки, 106, 128-134.
- Гринчуцька, С. В. (2017). *Конспект лекцій з курсу "Управління проектами інформатизації"*. Тернопіль: ТНТУ імені І. Пулюя.
- Данчук, В. Д., & Луцюк, Д. В. (2011). Специфіка впровадження Agile методологій для проектів розробки програмного забезпечення. *Вісник Національного транспортного університету*, 24(2), 346-350.
- Демиденко, М. А. (2017). *Управління проектами інформатизації за методологією SCRUM : навч. посіб.* Дніпро: Національний гірничий університет.
- Довгань, Л. Є., Мохонько, Г. А., & Малик, І. П. (2017). «Управління проектами»: *навчальний посібник до вивчення дисципліни для магістрів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» спеціальності 073 «Менеджмент»*. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- Зуб, А. Т. (2014). *Психология управления: учебник и практикум для академического бакалаврата*. Москва: Юрайт.
- Кватрани, Т. (2001). *Rational Rose 2000 и UML. Визуальное моделирование: Пер. с англ.* Москва: ДМК Пресс.
- Локк, Д. (2004). *Основы управления проектами*. Москва: НИППО.

Луценко, Г. В. (2014). *Комп'ютерні технології управління проектами. Навчально-методичний посібник для студентів університетів*. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького.

Марченко, А. В. (2016). *Проектування інформаційних систем*. Отримано з https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:de1c9452f2a161439391120eef364dd8ce4d8e5e/20160217112601/content-20160217112601.pdf

