

Закусило Микола

<https://orcid.org/0009-0004-9355-0980>

Аспірант кафедри професійної освіти,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
(Київ, Україна) E-mail: m.m.zakusylo@udu.edu.ua

КОМПЕТЕНТНІСНА МОДЕЛЬ ЗДОБУВАЧА ЯК ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ЗАСОБАМИ ТЕСТУВАННЯ

Стаття присвячена теоретичному обґрунтуванню компетентнісної моделі здобувача як основи методики навчання інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів засобами тестування (верифікації та валідації).

Метою роботи є розробка та обґрунтування компетентнісної моделі здобувача вищої освіти, яка становить теоретичну основу методики навчання інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів засобами верифікації та валідації для підготовки майбутніх фахівців технологічної та професійної освіти (інформатична спеціалізація).

Методологія дослідження базується на системному аналізі наукової літератури з питань компетентнісного підходу в освіті, теорії та методики навчання інформатики, інженерії програмного забезпечення та забезпечення якості програмних продуктів. У дослідженні використано методи системного аналізу, моделювання, структурно-логічного аналізу, порівняльного аналізу міжнародних стандартів та каркасів компетентностей у галузі тестування (ISTQB, ISO/IEC 25010, SVEBOK), а також узагальнення та систематизації для формулювання висновків і перспектив подальших досліджень.

Наукова новизна полягає у розробці інтегрованої компетентнісної моделі, що поєднує істоту між собою пов'язаних блоків компетентностей: загальні, предметні, інструментальні, соціальні, методологічні та проєктні, адаптовану до специфіки підготовки майбутніх фахівців технологічної та професійної освіти (інформатична спеціалізація). Запропоновано триблочну структуру методики навчання (теоретичний, практичний та контрольний блоки), спрямовану на формування у здобувачів здатності до системного забезпечення якості програмних продуктів. Модель відрізняється інтегративністю, ієрархічністю, контекстною адаптованістю та орієнтацією на міжнародні стандарти галузі.

Висновки: розроблена компетентнісна модель може слугувати теоретичною основою для побудови навчальних програм, підручників та навчально-методичних комплексів з дисциплін, пов'язаних із забезпеченням якості програмного забезпечення. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку діагностичних інструментів для оцінювання сформованості компетентностей та апробацію методики в умовах закладів вищої освіти.

Ключові слова: компетентнісна модель, тестування програмного забезпечення, верифікація та валідація, якість програмних продуктів, методика навчання, майбутні фахівці технологічної та професійної освіти (інформатична спеціалізація).

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімкою інформатизацією всіх сфер людської діяльності, що зумовлює зростання попиту на високоякісне програмне забезпечення. Якість програмних продуктів стає критичним чинником успіху організацій, адже дефекти в програмному кодї можуть призводити до значних фінансових втрат, пошкодження репутації компаній та навіть загрожувати життю і здоров'ю людей. За даними досліджень консалтингової компанії Standish Group, лише 29% IT-проєктів завершуються успішно, тоді як 19% провалюються повністю, а 52% зазнають труднощів через проблеми з якістю [15]. Кожен рік дефекти в програмному забезпеченні коштують світовій економіці близько 2,08 трлн доларів США, згідно з даними консорціуму Object Management Group [12]. Це зумовлює необхідність системного підходу до забезпечення якості програмних продуктів, центральне місце в якому посідає тестування як ключовий інструмент верифікації та валідації.

У контексті освіти особливої ваги набуває підготовка фахівців, здатних не лише розробляти програмне забезпечення, а й критично оцінювати його якість, застосовувати сучасні методи та інструменти тестування. Майбутні фахівці технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації, яким доведеться щоденно працювати з різноманітним програмним забезпеченням у навчальному процесі, потребують сформованості відповідних компетентностей у галузі забезпечення якості програмних продуктів. Вони мають не лише самостійно оцінювати якість програмних засобів, що використовуються в освітньому процесі, але й навчати своїх учнів критичному ставленню до програмного забезпечення, формувати у них розуміння важливості якості та базові навички

тестування. Проте аналіз чинних освітніх програм підготовки фахівців технологічної та професійної освіти (інформатична спеціалізація) в українських закладах вищої освіти свідчить про недостатню увагу до питань тестування та забезпечення якості програмного забезпечення [1].

Компетентнісний підхід, запроваджений в українську вищу освіту в рамках Болонського процесу та відповідно до Закону України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII, передбачає орієнтацію освітнього процесу на формування у здобувачів комплексу компетентностей, необхідних для успішної професійної діяльності. Відповідно до цього закону, метою вищої освіти є здобуття особою високого рівня наукових, професійних і загальних компетентностей, які необхідні для діяльності за певною спеціальністю чи в певній галузі знань. У цьому контексті компетентність розглядається як інтегральна здатність особистості, що поєднує знання, уміння, навички, способи мислення, професійні та особистісні якості. Проте теоретичне обґрунтування структури компетентностей фахівців у галузі тестування програмного забезпечення залишається недостатньо розробленим, особливо щодо підготовки педагогічних кадрів. Це створює протиріччя між зростаючими вимогами до якості програмних продуктів у суспільстві та рівнем готовності випускників педагогічних спеціальностей до оцінювання якості програмного забезпечення, між потребою ринку праці у кваліфікованих QA-фахівцях та змістом чинних освітніх програм, між наявними досягненнями теорії компетентнісного підходу та їх адаптацією до специфіки галузі тестування програмного забезпечення.

Відповідно до прогнозів Всесвітнього економічного форуму, до 2027 року попит на фахівців у галузі кібербезпеки та забезпечення якості програмних продуктів зросте на 35%. Українська IT-індустрія, яка є однією з найдинамічніших галузей економіки країни, потребує щорічно понад 20 тисяч нових фахівців різного профілю, серед яких значну частку становлять тестувальники та інженери з якості. Це зумовлює необхідність підготовки не лише вузькоспеціалізованих QA-інженерів, але й педагогічних працівників, здатних забезпечувати якісну методичну підтримку процесів тестування та формувати у майбутніх поколінь культуру якості програмних продуктів.

Варто також зазначити, що концепція New Ukrainian School передбачає формування в учнів ключових компетентностей, серед яких особливе місце посідає інформаційна та технологічна грамотність. Майбутній фахівець технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації повинен бути здатним не лише навчати учнів користуватися програмними засобами, а й формувати у них критичне ставлення до технологій, розуміння ризиків, пов'язаних із використанням програмного забезпечення, усвідомлення важливості якості. Це вимагає від фахівця власної сформованості у галузі тестування та забезпечення якості програмних продуктів.

Проблемам компетентнісного підходу в освіті присвячені численні дослідження вітчизняних і зарубіжних науковців. Серед українських дослідників слід виділити праці Я. Співак [5], яка обґрунтувала теоретичні засади компетентнісного підходу в освіті, розкрила сутність понять «компетентність» та «компетенція», запропонувала типологію компетентностей. Згідно з її визначенням, компетентність є інтегральною характеристикою особистості, що поєднує знання, уміння, досвід, ціннісні орієнтації та особистісні якості, необхідні для успішної діяльності в певній сфері.

О. Якимчук [8] досліджувала компетентнісний підхід у сучасній освіті, проаналізувала світовий досвід та українські перспективи його впровадження.

У галузі інженерії програмного забезпечення та тестування значний внесок зробили Б. Шевчук [7], який досліджує методику навчання студентів інтегрованих технологій забезпечення якості програмних продуктів. У своїх працях вчений обґрунтовує необхідність формування у здобувачів системного розуміння процесів верифікації та валідації, виділяє ключові компоненти методики навчання тестування та акцентує увагу на інтегративному характері сучасних технологій забезпечення якості. Шевчук Б. та Закусило М. [3] розглядають трасування вимог, тестів і звітів як методику інтегрованого навчання професійних компетентностей у цій галузі. Також, ними було проведено [2] детальний огляд технік тест-дизайну в контексті навчання студентів інтегрованих технологій забезпечення якості програмних продуктів, систематизувавши ключові підходи до створення тестових сценаріїв.

Важливим теоретичним підґрунтям для формування компетентностей у галузі якості програмних продуктів є міжнародний стандарт ISO/IEC 25010:2023 [12], який визначає модель якості програмних продуктів. Цей стандарт є частиною серії SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation) і прийшов на зміну ISO/IEC 9126. Модель якості включає вісім характеристик: функціональну придатність, продуктивність, сумісність, зручність використання, надійність, захищеність, супроводжуваність та переносимість. Кожна з цих характеристик містить підхарактеристики, що дозволяє деталізувати вимоги до якості. Розуміння цієї моделі є необхідною складовою професійної компетентності фахівця з тестування.

Серед зарубіжних досліджень слід зазначити праці Г. Майерса [14], який у своїй класичній роботі «Мистецтво тестування програмного забезпечення» розглянув психологію та методологію тестування, сформулював фундаментальні принципи, якими повинен керуватись кожен тестувальник. Р. Блек [10] присвятив дослідженням управління процесом тестування, розглянувши організаційні аспекти забезпечення якості. Глінз М. [11] обґрунтував принципи контекстно-залежного тестування,

що акцентує увагу на необхідності адаптації тестових підходів до специфіки конкретного проєкту. А. ван Деурсен [9] досліджував освітні аспекти тестування в університетах, запропонувавши інтеграцію тестування в програми з програмної інженерії.

Попри значну кількість досліджень у галузі тестування програмного забезпечення та компетентнісного підходу в освіті окремо, комплексні дослідження, спрямовані на розробку компетентнісної моделі здобувача як теоретичної основи методики навчання інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів засобами тестування (верифікації та валідації), залишаються недостатньо представленими в науковій літературі. Це визначає актуальність нашого дослідження та його наукову новизну.

Аналіз зарубіжного досвіду підготовки фахівців у галузі тестування програмного забезпечення свідчить про наявність кількох підходів, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Університетська освіта в країнах Західної Європи та Північної Америки традиційно інтегрує тестування в програми з програмної інженерії та комп'ютерних наук. Наприклад, університети Нідерландів, Німеччини, Великої Британії включають модулі з тестування в курси з програмної інженерії, приділяючи увагу як теоретичним основам, так і практичним навичкам. Проте критики цього підходу вказують на недостатню глибину вивчення тестування, оскільки воно часто розглядається лише як складова програмування, а не як самостійна дисципліна.

Професійна сертифікація, представлена передусім ISTQB, є найбільш поширеним підходом до підготовки QA-фахівців у світі. Сертифікаційна програма ISTQB охоплює кілька рівнів: Foundation Level (базовий рівень), Advanced Level (поглиблений рівень з трьома спеціалізаціями: Test Analyst, Technical Test Analyst, Test Manager) та Expert Level (експертний рівень). Крім того, існують спеціалізовані модулі: Agile Tester, Model-Based Tester, Mobile Application Testing, Security Tester, Test Automation Engineer тощо. Перевагою цього підходу є його стандартизованість та визнання роботодавцями по всьому світу. Проте критики вказують на надмірну орієнтацію на теорію, недостатню увагу до практичних навичок та відрив від реальних проєктів.

Важливим висновком з аналізу зарубіжного досвіду є те, що жоден із існуючих підходів не є ідеальним, і найбільш ефективним є поєднання кількох підходів: університетської освіти для формування фундаментальних знань, професійної сертифікації для стандартизації компетентностей, практичного досвіду для розвитку професійних навичок.

Компетентнісний підхід у вищій освіті передбачає зміщення акцентів з процесу накопичення знань на формування здатності практично діяти та творчо застосовувати набуті знання і досвід у різних ситуаціях професійної діяльності. Відповідно до Закону України «Про вищу освіту», метою вищої освіти є здобуття особою високого рівня наукових, професійних і загальних компетентностей, необхідних для діяльності за певною спеціальністю чи в певній галузі знань. У цьому контексті компетентність розглядається як інтегральна здатність особистості, що поєднує знання, уміння, навички, способи мислення, професійні та особистісні якості.

Компетентнісний підхід базується на низці ключових принципів. Принцип інтегративності передбачає поєднання теоретичних знань з практичними вміннями та особистісними якостями. Принцип професійної спрямованості забезпечує відповідність змісту освіти вимогам професійної діяльності. Принцип особистісної орієнтації враховує індивідуальні особливості здобувача, його попередній досвід та темп навчання. Принцип діяльнісного підходу передбачає формування компетентностей у процесі активної діяльності, а не пасивного засвоєння інформації. Принцип рефлексивності забезпечує розвиток здатності аналізувати власну діяльність та навчання.

Структура професійної компетентності фахівця, згідно з дослідженнями В. Стиської, З. Ящишина та І. Кішча [6], включає сукупність різних видів компетентностей: педагогічної (предметної, дидактичної, методичної), психологічної, аутопсихологічної, комунікативної, управлінської, проєктивної, рефлексивної, соціальної, конфліктологічної, фасилітаційної, дослідницької, іншомовної, інформаційної. Для фахівця у галузі тестування програмного забезпечення цей перелік доповнюється специфічними компетентностями, пов'язаними зі знанням моделей та стандартів якості, вмінням застосовувати техніку тест-дизайну, використовувати інструменти автоматизації тестування тощо. Ця інтегративна природа професійної компетентності QA-фахівця зумовлює необхідність системного підходу до її формування в освітньому процесі.

Особливістю застосування компетентнісного підходу до підготовки фахівців у галузі тестування є необхідність поєднання фундаментальних знань з прикладними навичками роботи з конкретними інструментами. На відміну від багатьох інших галузей, де знання залишаються актуальними десятиліттями, у сфері тестування програмного забезпечення інструменти та підходи змінюються дуже швидко. Тому формування здатності до самонавчання та адаптації до нових технологій є не менш важливим, ніж опанування конкретних інструментів. Це зумовлює необхідність розробки саме компетентнісної моделі, а не просто переліку знань та вмінь, яка б враховувала цю динамічну природу галузі.

На основі системного аналізу наукової літератури, міжнародних стандартів та каркасів компетентностей, а також узагальнення досвіду підготовки фахівців у галузі тестування розроблено компетентнісну модель здобувача інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів (рис. 1). Ця модель інтегрує шість між собою пов'язаних блоків компетентностей, кожен з яких відображає певний аспект професійної готовності фахівця.

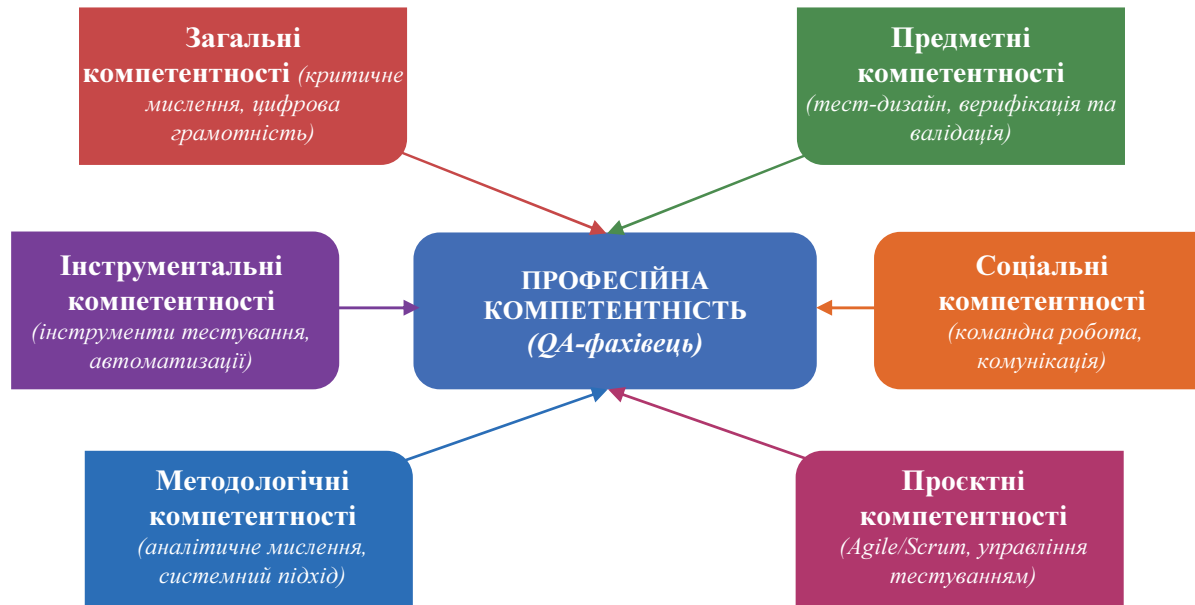


Рис. 1. Компетентнісна модель здобувача інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів

Компетентнісна модель, представлена на рисунку 1, має низку важливих характеристик, що забезпечують її практичну придатність для освітнього процесу (табл.1). По-перше, модель є відкритою, тобто дозволяє додавати нові компетентності або уточнювати існуючі відповідно до змін вимог галузі. Це особливо важливо для сфери тестування, де технології та підходи швидко змінюються. По-друге, модель є ієрархічною: загальні компетентності формують фундамент, на якому будуються предметні та інструментальні, а соціальні, методологічні та проектні є інтегративними, тобто вимагають сформованості попередніх блоків. По-третє, модель враховує специфіку підготовки фахівців технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації, поєднуючи фахові компетентності QA-фахівця з педагогічними компетентностями, необхідними для організації навчального процесу.

Таблиця 1

Компоненти компетентнісної моделі та їх зміст

Компонент	Зміст
<i>Загальні компетентності</i>	становлять метакогнітивну основу професійної готовності та включають критичне мислення, цифрову грамотність і здатність до навчання впродовж життя, що забезпечує адаптивність у динамічному технологічному середовищі
<i>Предметні компетентності</i>	формують фахове ядро моделі та охоплюють знання фундаментальних принципів тестування (ISTQB), моделі якості ISO 25010, V-моделі життєвого циклу програмного забезпечення, верифікації й валідації, а також практичний інструментарій технік тест-дизайну
<i>Інструментальні компетентності</i>	забезпечують технологічну реалізацію процесів тестування через володіння системами управління тестами, баг-трекерами, засобами автоматизованого тестування, статичного аналізу коду та системами безперервної інтеграції
<i>Соціальні компетентності</i>	визначають ефективність професійної взаємодії та включають комунікативні навички, командну роботу в Agile-середовищі, конфліктологічну компетентність і емоційний інтелект, що критично важливо для міждисциплінарної співпраці
<i>Методологічні компетентності</i>	забезпечують системний підхід до розв'язання проблем через аналітичне мислення, декомпозицію складних систем, алгоритмізацію та формалізацію тестових процедур, а також уміння аналізувати вимоги й управляти ризиками
<i>Проектні компетентності</i>	пов'язані з інтеграцією тестування в сучасні методології розробки програмного забезпечення, зокрема Agile, Scrum, Kanban, а також із застосуванням підходу shift-left testing та управлінням тестовими активностями в рамках CI/CD-конвеєра

Важливо підкреслити, що компетентнісна модель є нормативно-цільовою, тобто визначає цільовий стан, якого необхідно досягти в результаті навчання. Вона слугує основою для розробки навчальних програм, підручників, навчально-методичних комплексів, діагностичних інструментів. Кожен блок компетентностей деталізується у відповідні компетентнісні результати навчання, які формуються у термінах знань, умінь, навичок та особистісних якостей.

На основі розробленої компетентнісної моделі запропоновано структуру методики навчання інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів засобами верифікації та валідації (рис. 2). Методика побудована за триблоковою моделлю, яка включає теоретичний, практичний та контрольний блоки, і спрямована на комплексне формування усіх шести блоків компетентностей, визначених у моделі.

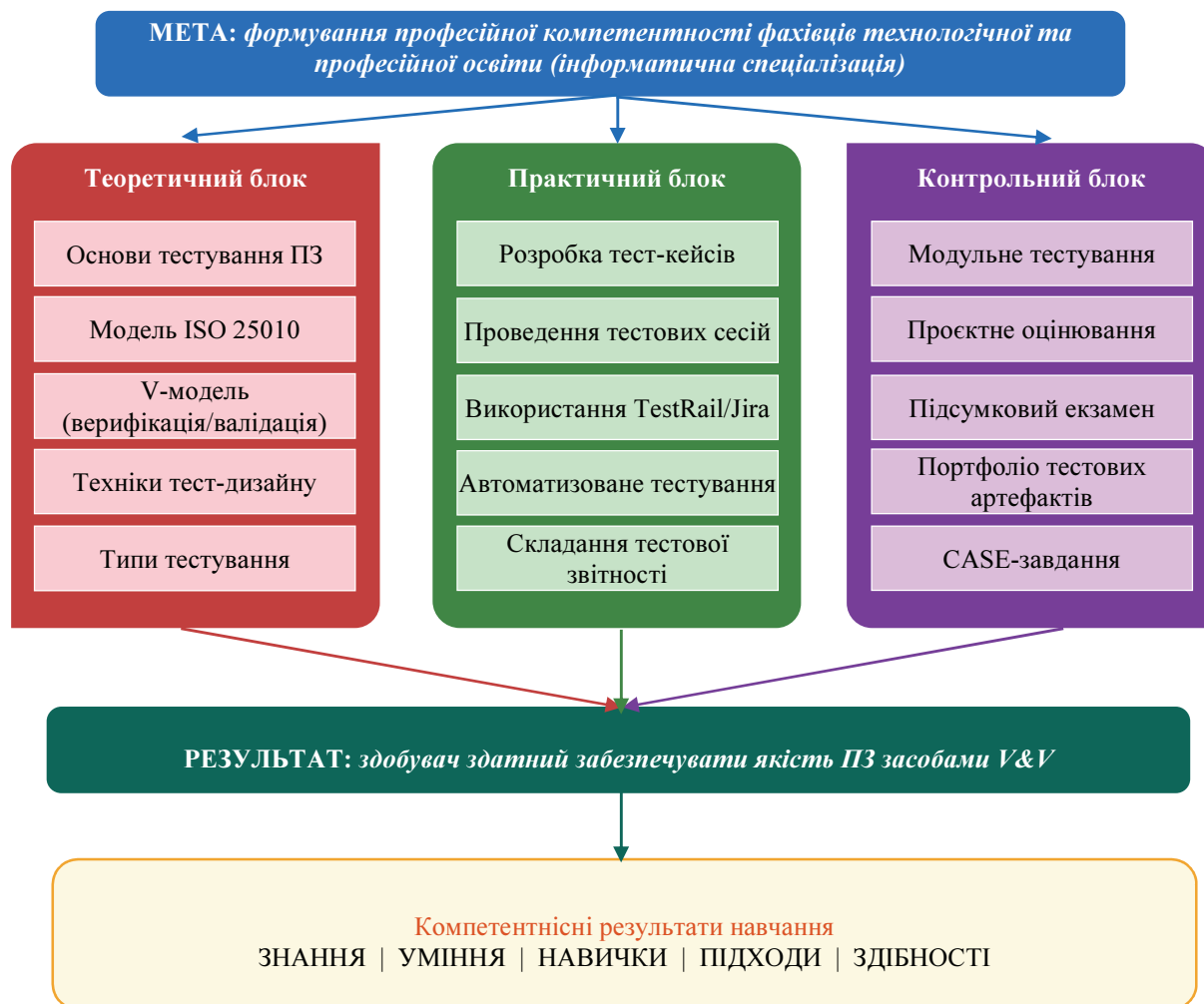


Рис. 2. Структура методики навчання інтегрованої технології забезпечення якості програмних продуктів

Теоретичний блок забезпечує формування фундаментальних знань та розуміння у сфері тестування програмного забезпечення. Його зміст охоплює основи тестування (цілі, сім фундаментальних принципів за ISTQB, фундаментальний тестовий процес), модель якості ISO 25010 як базу для планування тестування, V-модель життєвого циклу програмного забезпечення з акцентом на відповідність етапів розробки рівням тестування, техніки тест-дизайну (еквівалентне розбиття, аналіз граничних значень, таблиці рішень, діаграми переходів станів, тестування на основі сценаріїв використання), типи тестування (функціональне, нефункціональне, статичні та динамічні методи, ручне та автоматизоване, модульне, інтеграційне, системне, приймальне), а також методи верифікації (огляди, інспекції, технічні огляди, walkthrough) та валідації (тестування, прототипування) [13]. Інтегративний характер блоку полягає у поєднанні знань про тестування з уявленнями про життєвий цикл продукту, моделі якості та процеси управління проектами, що формує цілісне розуміння забезпечення якості як системної дисципліни. Для підвищення ефективності рекомендовано застосування активних методів навчання: кейс-стаді, мозкового штурму та дискусій, які стимулюють критичне мислення та комунікативні компетентності [15].

Практичний блок спрямований на формування умінь та навичок застосування теоретичних знань через розробку тест-кейсів, проведення тестових сесій із застосуванням чек-листів, тест-планів

та тест-кейсів, роботу з інструментами управління тестуванням (TestRail, Jira), створення та виконання автоматизованих тестових сценаріїв, аналіз результатів тестування та складання тестових звітів, використання систем безперервної інтеграції для запуску автоматизованих тестів [4]. Реалізація блоку здійснюється через систему лабораторних робіт, практичних завдань та проєктну діяльність із реальними або наближеними до реальних програмними продуктами з проходженням повного тестового процесу – від аналізу вимог до підсумкового звіту. Особливістю блоку є орієнтація на формування не лише технічних вмінь, а й професійних навичок роботи з документацією, презентації результатів, командної взаємодії та управління часом [6].

Контрольний блок забезпечує діагностику сформованості компетентностей через модульне тестування теоретичних знань (комп'ютерні тести, усне опитування, письмові роботи), проєктне оцінювання практичних завдань (аналіз якості тестових артефактів, повноти покриття, ефективності дефектів), підсумковий екзамєн у формі комплексного тестового завдання, формування портфоліо тестових артефактів (тест-планів, тест-кейсів, баг-репортів, тестових звітів) та CASE-завдання, що моделюють професійні ситуації з прийняттям рішень в умовах невизначеності [10]. Оцінювання здійснюється за заздалегідь визначеними критеріями на основі компетентнісної моделі, що забезпечує об'єктивність та прозорість.

Компетентнісний результат навчання полягає у формуванні здобувача, здатного забезпечувати якість програмних продуктів засобами верифікації та валідації, з набутими знаннями, вміннями, навичками, підходами та здібностями, адекватними вимогам професійної діяльності фахівця технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації [6].

Розуміння цієї моделі дозволяє системно підходити до планування тестування, забезпечувати повне покриття всіх аспектів якості та приймати обґрунтовані рішення про готовність продукту до випуску. Здобувачі вчать створювати матрицю відповідності вимог тестам, що забезпечує прозорість та відстежуваність тестового процесу (табл. 2).

Таблиця 2

Методи та форми навчання за блоками методики

Блок	Методи навчання	Форми навчання
<i>Теоретичний</i>	лекції, дискусії, аналіз кейсів, розбір помилок	лекції, семінари, круглі столи
<i>Практичний</i>	практичні, лабораторні роботи, проєктний метод	лабораторні заняття, проєктна діяльність
<i>Контрольний</i>	тестування, оцінювання портфоліо, CASE-завдання	заліки, екзамени, захист проєктів

Впровадження запропонованої методики у практику вищої освіти може зіткнутися з низкою проблем, які необхідно враховувати при плануванні освітніх змін (табл.3):

– *кадрове забезпечення*: викладання тестування програмного забезпечення потребує від викладача поєднання теоретичних знань і практичного досвіду роботи в ІТ-галузі, тоді як більшість викладачів закладів вищої освіти мають переважно академічний досвід, що створює розрив між навчальним змістом і реальною практикою;

– *матеріально-технічне забезпечення*: тестування програмного забезпечення потребує відповідної інфраструктури (тестові середовища, ліцензії на комерційні інструменти, потужні сервери для виконання автоматизованих тестів), якою не всі заклади вищої освіти розпоряджаються в достатньому обсязі;

– *інтеграція методики в наявні освітні програми*: чинні програми підготовки фахівців технологічної та професійної освіти (інформатична спеціалізація) часто перевантажені змістом, що ускладнює додавання нових компонентів;

– *мотивація здобувачів*: не всі студенти технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації планують працювати в ІТ-галузі чи в закладах середньої освіти й можуть не усвідомлювати практичної цінності вивчення тестування.

Незважаючи на ці проблеми, перспективи впровадження методики є сприятливими. Розроблена методика враховує специфіку підготовки майбутніх фахівців технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації, яка полягає в необхідності поєднувати фахові компетентності у галузі тестування з педагогічними компетентностями. Такий фахівець має не лише вміти тестувати програмне забезпечення, а й бути здатним навчити цьому своїх учнів, організувати освітній процес з використанням програмних засобів, критично оцінювати якість освітнього програмного забезпечення. Ця подвійна роль – фахівця та педагога – зумовлює особливості методики.

Тому методика передбачає формування метапредметних компетентностей через призму тестування. Наприклад, при розробці тест-кейсів здобувачі одночасно розвивають логічне мислення, увагу до деталей, здатність формувати чіткі інструкції – якості, важливі для будь-якої педагогічної діяльності. Розуміння педагогічних аспектів використання програмних засобів включає вміння оцінювати якість освітніх програм, дидактичних матеріалів, інтерактивних засобів навчання з точки зору якості програмної реалізації. Здобувачі вчать не лише знаходити дефекти, а й оцінювати їх вплив на навчальний процес.

Проблеми впровадження методики у практику вищої освіти

Проблема	Вирішення
Кадрове забезпечення	залучення практиків із IT-компаній у якості гостьових лекторів; організація стажування викладачів на підприємствах; спільна підготовка фахівців із залученням роботодавців
Матеріально-технічне забезпечення	використання хмарних сервісів; застосування open-source інструментів; партнерство з IT-компаніями для отримання доступу до їхніх ресурсів
Інтеграція в освітні програми	інтегративний підхід, за якого елементи тестування включаються в існуючі дисципліни (програмування, бази даних, веб-технології) як складова частина, а не як окрема дисципліна
Мотивація здобувачів	демонстрація міжпредметних зв'язків (компетентності у галузі тестування як засіб викладання інформатики, оцінювання освітніх програм, критичний аналіз програмних засобів); наведення статистики успішності IT-проектів та прикладів дорогих помилок через дефекти в програмному забезпеченні; гостьові лекції практиків

Здатність моделювати тестові ситуації для навчальних цілей є важливою компетентністю майбутнього фахівця технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації. Він повинен вміти створювати спрощені тестові завдання для учнів, демонструвати принципи тестування на доступних прикладах, використовувати тестування як контекст для формування алгоритмічного мислення. Сформованість ціннісного ставлення до якості як ключової характеристики програмних продуктів є метою не лише професійної, а й громадянської освіти. Майбутній фахівець технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації повинен розуміти суспільні наслідки недостатньої якості програмного забезпечення (від фінансових втрат до загроз безпеці) та бути здатним передати це розуміння своїм учням.

Крім того, майбутній фахівець технологічної та професійної освіти інформатичної спеціалізації має бути готовим до постійного професійного зростання в умовах швидких змін технологій. Тому методика акцентує увагу на формуванні здатності до самонавчання, критичної оцінки нових інструментів та підходів, гнучкості мислення та адаптивності. Він повинен вміти відокремлювати фундаментальні принципи, що залишаються незмінними, від конкретних інструментів, що швидко змінюються, і бути готовим до постійного оновлення своїх знань та вмінь протягом усієї професійної діяльності. Саме всі ці аспекти розширюють їхні професійні можливості та підвищує конкурентоспроможність на ринку праці.

References

1. Бібік Н. М. Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті. *Український педагогічний журнал*. 2015. № 1. С. 47–58. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/9772/1/10-35-1-PB%20%281%29.pdf> (дата звернення: 05.05.2026).
Bibik, N. M. (2015). Perevahy i ryzyky zaprovadzhennia kompetentnysnoho pidkhodu v shkilnii osviti [The Benefits and Risks of Implementing a Competency-Based Approach in School Education]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal*. 1. 47–58. Retrieved from: <http://lib.iitta.gov.ua/9772/1/10-35-1-PB%20%281%29.pdf> [in Ukrainian].
2. Закусило М. М., Шевчук Б. В. Огляд технік тест-дизайну в контексті навчання студентів інтегрованих технологій забезпечення якості програмних продуктів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2024. № 23(30). С. 39–48. DOI: 10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).04.
Zakusylo, M. M., Shevchuk, B. V. (2024). Ohliad tekhnik test-dyzainu v konteksti navchannia studentiv intehrovanykh tekhnolohii zabezpechennia yakosti prohramnykh produktiv [An Overview of Test Design Techniques in the Context of Teaching Students Integrated Software Quality Assurance Technologies]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Dragomanova – Scientific Journal of the M. P. Dragomanov National Pedagogical University*. 23(30). 39–48. DOI: 10.31392/UDU-nc.series2.2024.23(30).04. [in Ukrainian].
3. Закусило М. М., Шевчук Б. В. Трасування вимог, тестів і звітів як методика інтегрованого навчання забезпечення якості програмного забезпечення. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2026. Вип. 79. С. 93–103. DOI: 10.31652/2412-1142-2026-79-93-103.
Zakusylo, M. M., Shevchuk, B. V. (2026). Trasuvannia vymoh, testiv i zvitiv yak metodyka intehrovanoho navchannia zabezpechennia yakosti prohramnoho zabezpechennia [Tracing requirements, tests, and

- reports as a methodology for integrated software quality assurance training]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in professional training: methodology, theory, experience, and challenges*. Vol. 79. 93–103. DOI: 10.31652/2412-1142-2026-79-93-103. [in Ukrainian].
4. Рудик І., Шевчук Б. Потреба тестування програмного забезпечення. *Матеріали конференцій МНЛ (7 жовтня 2022 р., м. Біла Церква)*. С. 186–188. URL: <https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/article/view/127> (дата звернення: 05.05.2026).
Rudyk, I., Shevchuk, B. (2022). Potreba testuvannia prohramnoho zabezpechennia [The Need for Software Testing]. *Materialy konferentsii MNL (7 zhovtnia 2022 r., m. Bila Tserkva) – Proceedings of the MNL Conference (October 7, 2022, Bila Tserkva)*. 186–188. Retrieved from: <https://archive.liga.science/index.php/conference-proceedings/article/view/127> [in Ukrainian].
 5. Співак Я. Компетентнісний підхід як теоретична основа дослідження формування професійної компетентності майбутніх соціальних працівників. *Педагогічна освіта: теорія і практика. Психологія. Педагогіка*. Вип. 31. 2020. С. 71–77. URL: <https://pedosvita.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/250> (дата звернення: 05.05.2026).
Spivak, Ya. (2020). Kompetentnisnyi pidkhid yak teoretychna osnova doslidzhennia formuvannia profesiinoi kompetentnosti maibutnikh sotsialnykh pratsivnykiv [The Competency-Based Approach as a Theoretical Framework for Research on the Development of Professional Competence in Future Social Workers]. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka. Psykholohiia. Pedahohika – Teacher Education: Theory and Practice. Psychology. Pedagogy*. Vol. 31. 71–77. Retrieved from: <https://pedosvita.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/250> [in Ukrainian].
 6. Стиська В. В., Яцишин З. М., Кліщ І. П. Компетентнісний підхід у вищій професійній освіті України. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2021. Вип. 79. Т. 2. С. 139–146. DOI: 10.31392/NPU-nc.series5.2021.79.2.30.
Styska, V. V., Yashchyshyn, Z. M., Klishch, I. P. (2021). Kompetentnisnyi pidkhid u vyshchii profesiinii osviti Ukrainy [The Competency-Based Approach in Higher Vocational Education in Ukraine]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Dragomanova. Serii 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy – Scientific Journal of the M. P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Prospects*. Vol. 79. T. 2. 139–146. DOI: 10.31392/NPU-nc.series5.2021.79.2.30. [in Ukrainian].
 7. Шевчук Б., Закусилю М. Порівняльний аналіз технології забезпечення якості програмних продуктів за допомогою верифікації та валідації. *International scientific-practical conference «Science, education and technology: trends, challenges, prospects»*. 2024. С. 47–48.
Shevchuk, B., Zakusylo, M. (2024). Porivnialnyi analiz tekhnolohii zabezpechennia yakosti prohramnykh produktiv za dopomohoiu veryfikatsii ta validatsii [A Comparative Analysis of Software Quality Assurance Techniques Using Verification and Validation]. *International scientific-practical conference «Science, education and technology: trends, challenges, prospects»*. 47–48. [in Ukrainian].
 8. Якимчук О. І. Компетентнісний підхід в освіті: українські реалії. *Multiversum. Philosophical almanac*. 2020. № 2.2.
Yakymchuk, O. I. (2020). Kompetentnisnyi pidkhid v osviti: ukrainski realii [The Competency-Based Approach in Education: The Ukrainian Context]. *Multiversum. Philosophical almanac*. 2.2. [in Ukrainian].
 9. Aniche, M., Hermans, F., van Deursen, A. (2019). Pragmatic software testing education. *SIGCSE 2019. Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. Association for Computing Machinery. 414–420. DOI: 10.1145/3287324.3287461.
 10. Black, R. (2007). *Pragmatic Software Testing: Becoming an Effective and Efficient Test Professional*. Indianapolis: Wiley Publishing. 544.
 11. Glinz, M. (2007). On non-functional requirements. *Proceedings of the IEEE International Requirements Engineering Conference*. 21–26. DOI: 10.1109/RE.2007.45.
 12. ISO/IEC 25010:2023 Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Product quality model. Geneva: ISO. 2023. 32. Retrieved from: <https://www.iso.org/standard/78176.html>
 13. ISTQB (2024). *Certified Tester Foundation Level Syllabus : Version 4.0.1 / International Software Testing Qualifications Board*. 76.
 14. Myers, G. J., Sandler, C., Badgett, T., Thomas, T. M. (2012). *The Art of Software Testing*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons. 256.
 15. Turkin, I., Kirilenko, O. (2020). A Roadmap for Implementing the Sustainable Software Engineering Curriculum. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 2732. 311–325.

Zakusilo Mykola<https://orcid.org/0009-0004-9355-0980>

PhD student, Department of Vocational Education,
Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University
(Kyiv, Ukraine) E-mail: m.m.zakusylo@udu.edu.ua

**COMPETENCY MODEL OF A LEARNER AS A THEORETICAL BASIS
FOR THE METHODOLOGY OF TEACHING THE INTEGRATED TECHNOLOGY
OF SOFTWARE QUALITY ASSURANCE BY TESTING MEANS**

The article is devoted to the theoretical substantiation of the competency model of a student as the basis of the methodology for teaching the integrated technology of ensuring the quality of software products by means of testing (verification and validation).

The purpose of the work is to develop and substantiate the competency model of a higher education student, which constitutes the theoretical basis of the methodology for teaching the integrated technology of ensuring the quality of software products by means of verification and validation for the training of future specialists in technological and professional education (informatics specialization). The research methodology is based on the systematic analysis of scientific literature on the competency-based approach in education, theory and methodology of teaching informatics, software engineering and software quality assurance. The study used methods of system analysis, modeling, structural and logical analysis, comparative analysis of international standards and competency frameworks in the field of testing (ISTQB, ISO/IEC 25010, SWEBOK), as well as generalization and systematization for formulating conclusions and prospects for further research.

The scientific novelty lies in the development of an integrated competency model that combines six interrelated blocks of competencies: general, subject, instrumental, social, methodological and project, adapted to the specifics of training future specialists in technological and professional education (informatics specialization). A three-block structure of the teaching methodology (theoretical, practical and control blocks) is proposed, aimed at forming in students the ability to systematically ensure the quality of software products. The model is distinguished by its integrativity, hierarchy, contextual adaptability and orientation toward international standards of the industry.

Conclusions: the developed competency model can serve as a theoretical basis for building educational programs, textbooks and educational and methodological complexes for disciplines related to software quality assurance. Further research should be directed toward the development of diagnostic tools for assessing the formation of competencies and the approbation of the methodology in the conditions of higher education institutions.

Key words: competency model; software testing; verification and validation; quality of software products; teaching methodology; future specialists in technological and professional education (informatics specialization).

Стаття надійшла до редакції 06.04.2026

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор **Володимир Слабко**