

**Інженерія квантового програмного забезпечення
(Quantum Software engineering)**

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА

Другого (магістерського) рівня вищої освіти

за спеціальністю	F2 Інженерія програмного забезпечення
галузі знань	F Інформаційні технології
кваліфікація	Магістр з інженерії програмного забезпечення

ПРЕАМБУЛА

РОЗРОБЛЕНО проєктною групою:

Керівник проєктної групи:

Едуард ЖАРІКОВ, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії

Члени проєктної групи:

Микола СИДОРОВ, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії;

Катерина ЛІЩУК, кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

Юлія ПОЛУПАН, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та програмної інженерії;

Інна СТЕЦЕНКО, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформатики та програмної інженерії;

Олександр ЗАРІЧКОВИЙ, PhD, асистент кафедри інформатики та програмної інженерії;

Владислав СОКОЛОВСЬКИЙ, PhD, асистент кафедри інформатики та програмної інженерії;

ЗМІСТ

<u>1. Профіль освітньої програми</u>	4
<u>2. Перелік компонентів освітньої програми</u>	10
<u>3. Структурно-логічна схема освітньої програми</u>	11
<u>4. Форма атестації здобувачів вищої освіти</u>	12
<u>5. Матриця відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми</u>	13
<u>6. Матриця забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми</u>	14

1. ПРОФІЛЬ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

зі спеціальності **F2 «Інженерія програмного забезпечення»** за освітньою програмою **«Інженерія квантового програмного забезпечення»**

1 – Загальна інформація	
Повна назва ЗВО та інституту/факультету	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», факультет інформатики та обчислювальної техніки
Ступінь вищої освіти та назва кваліфікації мовою оригіналу	Ступінь – магістр Кваліфікація – Магістр з інженерії програмного забезпечення
Офіційна назва освітньої програми	Інженерія квантового програмного забезпечення
Тип диплому та обсяг освітньої програми	Диплом магістра, 90 кредитів, термін навчання 1 рік, 4 місяці
Наявність акредитації	
Цикл/рівень ВО	НРК України – 7 рівень QF-EHEA – другий цикл EQF-LLL – 7 рівень
Передумови	Наявність освітнього ступеня бакалавра
Мова(и) викладання	Українська
Термін дії освітньої програми	До наступної акредитації
Інтернет-адреса постійного розміщення освітньої програми	
2 – Мета освітньої програми	
Підготовка фахівців, здатних створювати, впроваджувати та супроводжувати квантове програмне забезпечення та пов'язаної з ним документації, яке передбачає проведення досліджень у міждисциплінарних галузях із застосуванням квантових алгоритмів, методів машинного навчання та комбінаторної оптимізації, з метою продуктивного отримання квантового програмного забезпечення, яке є надійним і ефективно працює на квантових комп'ютерах, а також здатних здійснювати інноваційну професійну діяльність, інтегрувати інновації в реальний сектор економіки, що забезпечує конкурентоспроможність на сучасному ринку праці випускників даної освітньої програми. Мета освітньої програми відповідає пріоритетним напрямам розвитку науки й техніки, світовим напрямам Industry 5.0, місії та стратегії розвитку КПП ім. Ігоря Сікорського на 2025-2030 роки щодо формування суспільства майбутнього на засадах концепції сталого розвитку, цифрової трансформації.	
3 – Характеристика освітньої програми	
Предметна область	Галузь знань – F Інформаційні технології Спеціальність – F2 Інженерія програмного забезпечення Освітня програма – Інженерія квантового програмного забезпечення <i>Об'єкти вивчення:</i> процеси розроблення, модифікації, аналізу, забезпечення якості, впровадження і супроводження квантового

	програмного забезпечення <i>Цілі навчання:</i> підготовка фахівців, які здатні ставити та розв'язувати складні задачі і проблеми, пов'язані з проєктуванням, розробленням, тестуванням, впровадженням та супроводом квантового програмного забезпечення програмних систем, що функціонують в умовах квантово-класичних гібридних обчислень, з урахуванням сучасних досягнень квантової інформатики. Освітня програма передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій у сфері квантових обчислень, які характеризуються високим рівнем міждисциплінарності, а також невизначеністю умов, обмежень і технологічних вимог на етапі впровадження рішень. <i>Теоретичний зміст предметної області:</i> математичні засади квантових обчислень, фундаментальні структури для квантових обчислень, квантова інформація, квантові алгоритми, квантова складність, обчислюваність та класи обчислювальної складності, квантові обчислення та логіка, квантові мови програмування (включаючи квантові мови асемблера), інженерія квантового програмного забезпечення (формальна специфікація, проєктування та методи розробки квантового програмного забезпечення, тестування, аналіз та перевірка квантових програм), квантова наука про дані. <i>Методи, методики та технології:</i> методи аналізу та моделювання прикладної області, виявлення інформаційних потреб, класифікації та аналізу даних для моделювання на базі апарату квантових обчислень; методи розроблення вимог до програмного забезпечення квантових обчислень; методи аналізу і побудови моделей та алгоритмів квантових обчислень; методи проєктування, конструювання, інтеграції, тестування та верифікації програмного забезпечення із застосуванням технологій квантових обчислень; методи модифікації компонентів і даних програмного забезпечення квантових обчислень; моделі та методи розроблення та застосування алгоритмічного забезпечення квантових обчислень. <i>Інструменти та обладнання:</i> засоби підтримки процесів інженерії квантового програмного забезпечення.
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна
Основний фокус освітньої програми	Основний фокус освітньої програми – процеси розроблення, модифікації, аналізу, впровадження і супроводження квантового програмного забезпечення, в тому числі математичних засад квантових обчислень, фундаментальних структур для квантових обчислень, квантової інформації, квантових алгоритмів, квантової складності, логіки квантових обчислень, квантових мов програмування, для практичної реалізації та застосування концепцій і методів квантових обчислень при розв'язанні складних прикладних міждисциплінарних задач. Дана освітня програма забезпечує набуття освітньої кваліфікації

	для виконання професійної діяльності, пов'язаної з вирішенням складних задач і проблем з моделювання, розроблення, впровадження та супроводу квантового програмного забезпечення, алгоритмічного забезпечення квантових обчислень, методів квантової механіки та теорії квантової інформації. При підготовці за даною програмою здобувачі вищої освіти мають можливість отримати знання з інших галузей знань завдяки формуванню гнучкої індивідуальної траєкторії навчання. Ключові слова: інженерія квантового програмного забезпечення, квантове програмне забезпечення, квантові мови програмування, квантове програмування, квантові обчислення, квантовий алгоритм, машинне навчання, квантова механіка, квантова інформація, квантова симуляція, квантові засоби моделювання.
Особливості програми	Грунтовна математична підготовка у поєднанні із сучасною професійною підготовкою, яка дозволяє проводити інноваційну діяльність і працювати як з передовими засобами реалізації квантових обчислень, так і з сучасним квантовим програмним забезпеченням. При підготовці за даною освітньою програмою увага приділяється розвитку практичних навичок роботи, що дозволить випускнику включитися в робочий процес без додаткового навчання. Забезпечення гарантованого рівня технологічної підготовки студентів відповідно до потреб галузі досягається шляхом проведення навчальних занять на базі спеціалізованих навчально-практичних центрів, які організовані на кафедрі інформатики та програмної інженерії. Реалізація програми передбачає залучення до аудиторних занять професіоналів-практиків, експертів галузі, представників роботодавців. Проходження переддипломної практики на базах провідних компаній за фахом. Учасники освітнього процесу мають можливість долучитися до програм міжнародної академічної мобільності.
4 – Придатність випускників до працевлаштування та подальшого навчання	
Придатність до працевлаштування	Магістри з інженерії програмного забезпечення можуть працювати розробниками квантових програмних систем у різних сферах діяльності людини, у тому числі квантового програмування, інтелектуальних ІС (Intelligent Systems Developer), архітекторами інформаційних систем, фахівцями з хмарних обчислень (Cloud Engineer), розробниками програмного забезпечення (Software Developer), архітекторами програмного забезпечення (Software Architect). Види економічної діяльності: 62 Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ним діяльність; 63 Надання інформаційних послуг; 72 Наукові дослідження та розробки; 80 Освіта. Назви професій згідно Національного класифікатора України (Класифікатор професій (ДК 003:2010)):

	2131.2 Адміністратор даних; 2131.2 Аналітик з комп'ютерних комунікацій; 2131.2 Інженер з програмного забезпечення комп'ютерів; 2131.2 Інженер-програміст; 2131.2 Програміст (прикладний); 2132.1 Молодший науковий співробітник (програмування) 2132.1 Науковий співробітник (програмування) 2132.1 Науковий співробітник-консультант (програмування) 2132.2 Інженер-програміст 2132.2 Програміст прикладний 2132.2 Програміст системний 2139.2 Інженер із застосування комп'ютерів 2149.2 Аналітик систем 1238 Керівник проєктів та програм 2447 Професіонал у сфері управління проєктами та програмами Можлива професійна сертифікація
Подальше навчання	Магістри мають можливість продовжити навчання на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти для здобуття ступеня доктора філософії. Набуття додаткових кваліфікацій в системі післядипломної освіти.
5 – Викладання та оцінювання	
Викладання та навчання	Освітньою програмою передбачене студентоцентроване навчання. Загальний стиль навчання – завдання-орієнтований. Лекції, практичні та семінарські заняття, комп'ютерні практикуми і лабораторні роботи; курсові роботи і індивідуальні завдання; консультації із викладачами; технологія змішаного навчання за деякими освітніми компонентами, практики і екскурсії; виконання магістерської роботи
Оцінювання	Оцінювання знань студентів здійснюється у відповідності до Положення про систему оцінювання результатів навчання студентів КПП ім. Ігоря Сікорського за усіма видами аудиторної та позааудиторної роботи (вхідний, поточний, рубіжний, підсумковий контроль); усних та письмових екзаменів, заліків.
6 – Програмні компетентності	
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати задачі і вирішувати проблеми у різних галузях із застосуванням інженерії квантового програмного забезпечення, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій із застосуванням методів та засобів квантових обчислень.
Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК 01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 02	Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.
ЗК 03	Здатність проводити наукові дослідження на відповідному рівні.
ЗК 04	Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
ЗК 05	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
Фахові компетентності спеціальності (ФК)	
ФК 01	Здатність аналізувати предметні області, формувати, класифікувати вимоги до програмного забезпечення.

ФК 02	Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або прикладні проєкти у сфері інженерії програмного забезпечення.
ФК 03	Здатність проєктувати архітектуру програмного забезпечення, моделювати процеси функціонування окремих підсистем і модулів.
ФК 04	Здатність розвивати і реалізовувати нові конкурентоспроможні ідеї в інженерії програмного забезпечення.
ФК 05	Здатність розробляти, аналізувати та застосовувати специфікації, стандарти, правила і рекомендації в сфері інженерії програмного забезпечення.
ФК 06	Здатність ефективно керувати фінансовими, людськими, технічними та іншими проєктними ресурсами у сфері інженерії програмного забезпечення.
ФК 07	Здатність критично осмислювати проблеми у галузі інформаційних технологій та на межі галузей знань, інтегрувати відповідні знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах.
ФК 08	Здатність розробляти і координувати процеси, етапи та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення на основі застосування сучасних моделей, методів та технологій розроблення програмного забезпечення.
ФК 09	Здатність забезпечувати якість програмного забезпечення.
ФК 10	Здатність розробляти, аналізувати та оптимізувати квантові алгоритми для вирішення прикладних завдань з урахуванням специфіки квантових обчислювальних моделей (одно- та багатобітних операцій, унітарних перетворень, вимірювань).
ФК 11	Здатність самостійно формулювати прикладне завдання, яке потребує застосування квантового обчислювального підходу, та реалізовувати його алгоритмічне вирішення з використанням засобів і методів квантових обчислень.
ФК 12	Здатність оперувати базовими поняттями квантової інформації (суперпозиція, запутаність, квантові біти, телепортація) та моделювати їх у контексті обчислень і комунікацій.
ФК 13	Здатність розробляти програмне забезпечення для квантових обчислень із використанням сучасних фреймворків та мов з урахуванням обмежень квантових архітектур.
ФК 14	Здатність поєднувати методи класичного машинного навчання з квантовими підходами для побудови гібридних моделей та алгоритмів, що використовують квантові переваги у задачах класифікації, оптимізації та зменшення вимірностей.
7 – Програмні результати навчання	
ПРН 01	Знати і застосовувати сучасні професійні стандарти і інші нормативно-правові документи з інженерії програмного забезпечення
ПРН 02	Оцінювати і вибирати ефективні методи і моделі розроблення, впровадження, супроводу програмного забезпечення та управління відповідними процесами на всіх етапах життєвого циклу
ПРН 03	Будувати і досліджувати моделі інформаційних процесів у прикладній області.
ПРН 04	Виявляти інформаційні потреби і класифікувати дані для проєктування програмного забезпечення
ПРН 05	Розробляти, аналізувати, обґрунтовувати та систематизувати вимоги до програмного забезпечення.
ПРН 06	Розробляти і оцінювати стратегії проєктування програмних засобів; обґрунтовувати, аналізувати і оцінювати варіанти проєктних рішень з точки зору якості кінцевого програмного продукту, ресурсних обмежень та інших факторів.
ПРН 07	Аналізувати, оцінювати і застосовувати на системному рівні сучасні програмні та апаратні платформи для розв'язання складних задач інженерії програмного забезпечення
ПРН 08	Розробляти і модифікувати архітектуру програмного забезпечення для реалізації

	вимог замовника
ПРН 09	Обґрунтовано вибирати парадигми і мови програмування для розроблення програмного забезпечення; застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення
ПРН 10	Модифікувати існуючі та розробляти нові алгоритмічні рішення детального проєктування програмного забезпечення
ПРН 11	Забезпечувати якість на всіх стадіях життєвого циклу програмного забезпечення, у тому числі з використанням релевантних моделей та методів оцінювання, а також засобів автоматизованого тестування і верифікації програмного забезпечення
ПРН 12	Приймати ефективні організаційно-управлінські рішення в умовах невизначеності та зміни вимог, порівнювати альтернативи, оцінювати ризики.
ПРН 13	Конфігурувати програмне забезпечення, керувати його змінами та розробленням програмної документації на всіх етапах життєвого циклу.
ПРН 14	Прогнозувати розвиток програмних систем та інформаційних технологій.
ПРН 15	Здійснювати реінжиніринг програмного забезпечення відповідно до вимог замовника.
ПРН 16	Планувати, організовувати та здійснювати тестування, верифікацію та валідацію програмного забезпечення.
ПРН 17	Збирати, аналізувати, оцінювати необхідну для розв'язання наукових і прикладних задач інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела.
ПРН 18	Вміти проєктувати та застосовувати квантові алгоритми, в тому числі Шора, Гровера, Дойча, VQE, QAOA, та оцінювати їх складність, ефективність і придатність до реалізації на сучасних квантових комп'ютерах або симуляторах.
ПРН 19	Розробляти квантові алгоритми та застосовувати на практиці сучасні засоби побудови квантових алгоритмів для вирішення конкретного прикладного завдання, обґрунтовувати вибір алгоритмічних підходів.
ПРН 20	Знати основні теоретичні засади квантової інформації, застосовувати ці знання для моделювання інформаційних процесів у квантових системах та пояснювати фундаментальні відмінності від класичних обчислень.
ПРН 21	Володіти практичними навичками написання та тестування квантових програм з використанням відкритих SDK, застосовувати отримані знання для симулювання та відлагодження квантових обчислень.
ПРН 22	Вміти реалізовувати базові моделі квантового машинного навчання, включаючи параметризовані квантові схеми, та оцінювати ефективність гібридних квантово-класичних алгоритмів на реальних наборах даних.
8 – Ресурсне забезпечення реалізації програми	
Кадрове забезпечення	Відповідно до кадрових вимог щодо забезпечення провадження освітньої діяльності для відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції. Залучення до викладання фахівців ІТ-компаній, зокрема, EPAM Systems, Infopulse тощо.
Матеріально-технічне забезпечення	Відповідно до технологічних вимог щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції, спільні навчальні центри з компанією EPAM Systems та ТОВ НВП «Інформаційні технології».

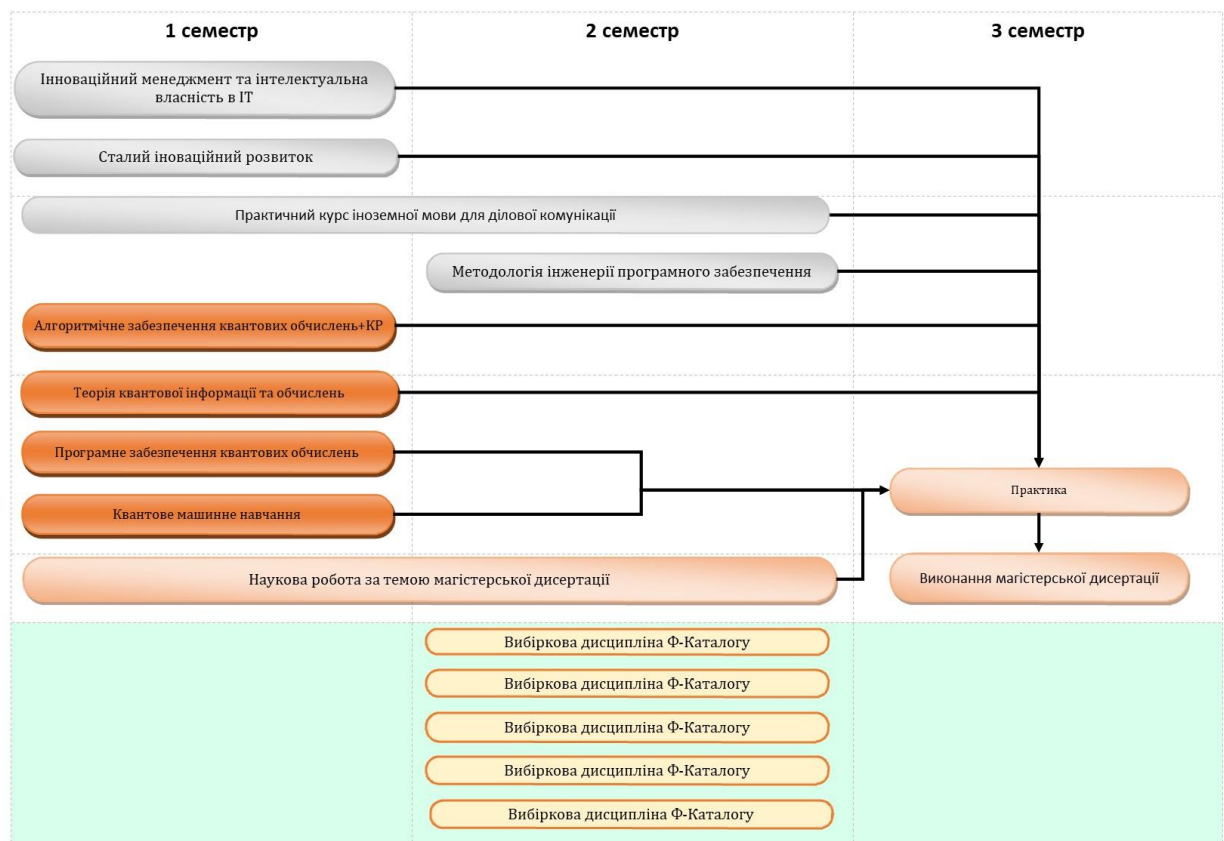
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Відповідно до технологічних вимог щодо навчально-методичного та інформаційного забезпечення освітньої діяльності відповідного рівня ВО, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1187 в чинній редакції. Навчально-методичне забезпечення (силабуси, конспекти лекцій, навчальні посібники, презентації тощо) знаходяться в Електронному кампусі (ecampus.kpi.ua) та на дистанційній платформі Сікорський (www.sikorsky-distance.org). Ресурси науково-технічної бібліотеки КПІ ім. Ігоря Сікорського.
9 – Академічна мобільність	
Національна кредитна мобільність	Можливість участі студентів у програмах академічної мобільності
Міжнародна кредитна мобільність	Можливість укладання угод про міжнародну академічну мобільність (Erasmus+ KA1), подвійне дипломування.
Навчання іноземних здобувачів вищої освіти	Можливість викладання українською мовою у групах загальної підготовки або англійською мовою з забезпеченням вивчення української мови як іноземної

2. ПЕРЕЛІК КОМПОНЕНТ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Код н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проекти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумкового контролю
1	2	3	4
1. ОБОВ'ЯЗКОВІ (нормативні) компоненти освітньої програми			
1.1. Цикл загальної підготовки			
ЗО 01	Інноваційний менеджмент та інтелектуальна власність у галузі ІТ	4	екзамен
ЗО 02	Сталий інноваційний розвиток	2	залік
ЗО 03	Практичний курс іноземної мови для ділової комунікації	3	залік
1.2. Цикл професійної підготовки			
ПО 01	Наукова робота за темою магістерської дисертації	4	залік
ПО 02	Практика	14	залік
ПО 03	Виконання магістерської дисертації	16	захист
ПО 04	Методологія інженерії програмного забезпечення	4	залік
ПО 05	Алгоритмічне забезпечення квантових обчислень	5	екзамен
ПО 06	Алгоритмічне забезпечення квантових обчислень. Курсова робота	1	залік
ПО 07	Теорія квантової інформації та обчислень	5	екзамен
ПО 08	Програмне забезпечення квантових обчислень	4	залік
ПО 09	Квантове машинне навчання	5	залік
2. ВИБІРКОВІ компоненти освітньої програми			
2.1. Цикл професійної підготовки (Вибіркові освітні компоненти з факультетського/кафедрального каталогів)			
ПВ 01	Освітній компонент 1 Ф-Каталог	5	екзамен
ПВ 02	Освітній компонент 2 Ф-Каталог	5	екзамен
ПВ 03	Освітній компонент 3 Ф-Каталог	5	екзамен

ПВ 04	Освітній компонент 4 Ф-Каталог	4	залік
ПВ 05	Освітній компонент 5 Ф-Каталог	4	залік
Загальний обсяг нормативних компонентів ОП:		67	
Загальний обсяг вибірових компонентів ОП:		23	
Обсяг освітніх компонентів, що забезпечують здобуття компетентностей визначених СВО:		45	
ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ		90	

3. СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ



4. ФОРМА АТЕСТАЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Атестація здобувача вищої освіти за освітньою програмою «Інженерія квантового програмного забезпечення» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» проводиться у формі захисту кваліфікаційної роботи та завершується видачею документа встановленого зразка про присудження йому освітнього ступеня магістра з присвоєнням кваліфікації «Магістр з інженерії програмного забезпечення».

Кваліфікаційна робота має розв'язувати складну задачу або проблему інженерії програмного забезпечення і передбачати проведення досліджень та/або здійснення інновацій.

Кваліфікаційна робота не може містити академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації. Після захисту розміщується в репозиторії Науково-технічної бібліотеки КПІ ім. Ігоря Сікорського для вільного доступу.

Атестація у формі захисту магістерської дисертації здійснюється відкрито і публічно.

5. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

	ЗО 01	ЗО 02	ЗО 03	ПО 01	ПО 02	ПО 03	ПО 04	ПО 05	ПО 06	ПО 07	ПО 08	ПО 09
ЗК 01		+		+	+	+	+					
ЗК 02			+									
ЗК 03	+			+	+	+						
ЗК 04	+	+	+	+	+							
ЗК 05	+	+		+	+	+						
ФК 01					+	+	+					
ФК 02					+	+						
ФК 03					+	+	+					
ФК 04					+	+						
ФК 05					+	+	+					
ФК 06	+				+	+	+					
ФК 07		+			+	+	+					
ФК 08					+	+	+					
ФК 09					+	+	+					
ФК 10								+	+			
ФК 11									+			
ФК 12										+		
ФК 13											+	
ФК 14												+

6. МАТРИЦЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

	ЗО 01	ЗО 02	ЗО 03	ПО 01	ПО 02	ПО 03	ПО 04	ПО 05	ПО 06	ПО 07	ПО 08	ПО 09
ПРН 01					+	+	+					
ПРН 02					+	+	+					
ПРН 03					+	+	+					
ПРН 04					+	+	+					
ПРН 05					+	+	+					
ПРН 06				+	+	+	+					
ПРН 07					+	+	+					
ПРН 08					+	+	+					
ПРН 09					+	+	+					
ПРН 10					+	+	+					
ПРН 11					+	+	+					
ПРН 12	+				+	+						
ПРН 13						+	+					
ПРН 14		+		+		+	+					
ПРН 15							+					
ПРН 16						+	+					
ПРН 17			+	+	+	+	+					
ПРН 18								+	+			
ПРН 19									+			
ПРН 20										+		
ПРН 21											+	
ПРН 22												+