

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ПРИКЛАДНЕ КВАНТОВЕ ПРОГРАМУВАННЯ В ІТ-ГАЛУЗІ»



Ступінь освіти

Галузь знань

Спеціальність

Тривалість

викладання

Заняття:

Лекції

Лабораторні

бакалавр

12 Інформаційні технології

Всі спеціальності

9 та 10 чверті

V семестр 2026/2027 н.р.

1 година на тиждень

2 години на тиждень

Кафедра, що викладає: Інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

Інформація про викладача:



Викладач:

Каштан В.Ю., доцент.

Персональна сторінка:

https://it.nmu.org.ua/ua/HR_staff/prepods/kashtan.php

E-mail:

Kashtan.V.Yu@nmu.one

1. Анотація до курсу

Запропонована навчальна дисципліна «**Прикладне квантове програмування в ІТ-галузі**» на основі результатів, досягнутих в рамках проекту OptiQ (грантовій угоді № 101080374-OptiQ) програми Європейського Союзу «Горизонт Європа», що гарантує його відповідність найсучаснішим світовим стандартам та трендам. Дана вибіркова дисципліна має на меті навчити вас не просто теорії, а реальному прикладному програмуванню квантових систем. Ви опануєте фундаментальні концепції квантової механіки, критично важливі для ІТ (кубіти, суперпозиція, заплутаність), та навчитесь розробляти, симулювати і тестувати квантові логічні схеми. Основний акцент зроблено на використанні Python-інструментарію (наприклад, Qiskit) для створення як чисто квантових, так і, що найважливіше, гібридних класично-квантових алгоритмів. Ви навчитесь інтегрувати класичні функції та оптимізатори (SciPy, PyTorch) для вирішення складних задач, таких як оптимізація та класифікація даних, на квантових симуляторах.

Квантові обчислення – це технологія майбутнього, яка вже сьогодні стрімко проникає в ІТ-галузь. Ця дисципліна готує вас до роботи на передньому краї інновацій. Знання квантового програмування дозволить вам:

1. Створювати нові, обчислювально ефективніші алгоритми для штучного інтелекту, машинного навчання, фінансового моделювання та оптимізації логістики, які недоступні класичним комп'ютерам.
2. Розуміти загрози, які несуть квантові алгоритми для сучасної криптографії, та брати участь у розробці постквантових рішень.
3. Вміння працювати з гібридними обчислювальними моделями та інтегрувати квантові прискорювачі у класичні програмні комплекси робить вас конкурентоспроможним та незамінним кадром у високотехнологічних R&D відділах та стартапах по всьому світу.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти умінь та компетентностей щодо вивчення принципів квантових обчислень, побудови квантових алгоритмів, а також оволодіння методами прикладного квантового програмування та використання симуляторів квантових комп'ютерів для розв'язання задач в ІТ-галузі.

3. Результати навчання

Шифр ДРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)
	зміст
ДРН-01	Розуміти принципи роботи квантових обчислювальних систем, структуру квантових схем та базові квантові алгоритми; знати програмні середовища і фреймворки квантового програмування.
ДРН-02	Вміти будувати й аналізувати квантові схеми, програмувати квантові алгоритми та виконувати їх симуляцію із використанням спеціалізованих бібліотек.
ДРН-03	Розробляти прототипи квантових програм, моделі квантових і гібридних рішень та експериментальні сценарії для симуляції квантових обчислень.
ДРН-04	Використовувати квантові та гібридні методи для розв'язання прикладних задач ІТ-галузі, оцінювати ефективність алгоритмів та інтерпретувати результати симуляцій.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

Тема 1. Вступ у квантові обчислення.
Історія та перспективи квантових обчислень.
Основи квантової механіки для ІТ-галузі (кубіти, суперпозиція, запутаність).
Порівняння класичних і квантових алгоритмів.
Тема 2. Програмування квантових схем за допомогою Python-бібліотек.
Python-інструментарій для квантового програмування
Розробка квантових схем
Тема 3. Симуляція квантових обчислень у Python.
Типи симуляторів.
Налаштування бекендів і запуск симуляцій.
Аналіз результатів вимірювань та їх візуалізація
Тема 4 Інтеграція класичних Python-функцій у квантові алгоритми
Передача класичних даних у квантові схеми (data embedding).
Створення гібридних класично-квантових сценаріїв.
Обчислення втрат і оптимізація параметризованих схем через Python-оптимізатори (SciPy, autograd, PyTorch).

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

Лабораторна робота 1	Розробка квантового кола на 1–2 кубітах у Qiskit.
Лабораторна робота 2	Квантове кодування пікселів та дослідження базових квантових гейтів.
Лабораторна робота 3	Розробка власних квантових схем у Python.
Лабораторна робота 4	Інтеграція класичних і квантових алгоритмів.
Лабораторна робота 5	Застосування квантових і гібридних алгоритмів для класифікації даних та аналізу результатів на симуляторі.

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

1. Персональний комп'ютер або ноутбук зі сталим доступом до мережі Інтернет
2. Активованій акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Ofic365.
3. Активний обліковий запис у системі дистанційної освіти Moodle.
4. Програмне забезпечення:
 - Платформа Windows 7/8/10;
 - Microsoft Office або LibreOffice;
 - Python.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно / Excellent
74 – 89	добре / Good
60 – 73	задовільно / Satisfactory
0 – 59	незадовільно / Fail

6.2. Здобувач вищої освіти може отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Поточна успішність складається з оцінок за лекційну частину курсу, лабораторні та практичні роботи. У першому семестрі кусом передбачено залік, тому отримані бали за лекційну частину (проходження тестів) та практичну частину додаються і є підсумковою оцінкою вивченої навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. У другому семестрі передбачено іспит, тому максимально за вивчення навчальної дисципліни (проходження тестів, захист лабораторних робіт) здобувач може набрати 60 балів, решту 40 балів – на іспиті. Максимально здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Лабораторна частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
40	60	50	100

В рамках курсу передбачено виконання 5 лабораторних робіт. Під час захисту роботи здобувач відповідає на запитання стосовно ходу роботи, пояснює послідовність дій, демонструє результати роботи.

За результатами виконання роботи здобувачі складають звіт встановленого зразка, який завантажується до системи Moodle у відповідну категорію.

Звіт обов'язково має містити такі структурні компоненти:

- титульний лист;
- номер варіанту, текст завдання;
- скріншоти етапів виконання завдання, посилання на відповідні ресурси, коди програм тощо;
- звіт має бути завантажено у систему впродовж 3 днів після захисту роботи на занятті.

Важливо!!! Всі умови до лабораторних робіт з детальними поясненнями до них представлено на сторінці Moodle. Всі бали за лабораторні роботи фіксуються у журналі оцінок Moodle.

6.3. Критерії оцінювання теоретичної частини курс.

Робота повинна містити розгорнуті відповіді на два питання білету. Якщо робота виконується у дистанційному режимі, то видача номеру білета проходить через систему MS Teams у зазначеній викладачем групі спілкування. В такому режимі виконана робота пишеться вручну, фотографується та відсилається не електронною поштою викладача у впродовж встановленого викладачем часу. За виконану роботу нараховуються бали:

50 балів – дана розгорнута відповідь на два питання.

40 балів – дана розгорнута відповідь на одне питання, але є помилки при розгляді іншого питання, або є несуттєві помилки у відповідях на два питання.

25 балів – два повна відповідь на одне питання або на два питання зі значними помилками.

15 балів – відповідь на одне питання із значними помилками.

0 балів – відповіді на питання відсутні або повністю невірні, або робота здана несвоєчасно.

6.4. Критерії оцінювання лабораторної роботи.

З кожної лабораторної роботи здобувач вищої освіти отримує 5 запитань з переліку контрольних запитань. Відповідь на питання оцінюється максимально у 2 бал, причому:

- **1 бал** – відповідь правильна;
- **0, 5 бали** – відповідь вірна, але містить неточності та/або помилки;
- **0 балів** – відповідь неправильна.

Максимальна оцінка за лабораторну роботу складає 5 балів. Максимальна оцінка за лабораторний практикум – 40 балів.

6.5. Критерії оцінювання практичної роботи.

З кожної практичної роботи здобувач вищої освіти отримує 4 запитання з переліку контрольних запитань. Відповідь на питання оцінюється максимально у 1 бал, причому:

- **1 бал** – відповідь правильна;
- **0, 5 бали** – відповідь вірна, але містить неточності та/або помилки;
- **0 балів** – відповідь неправильна.

Максимальна оцінка за лабораторну роботу складає 4 бали. Максимальна оцінка за лабораторний практикум – 20 балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та

виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка".
https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.5. Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.6. Студентоцентризований підхід

Для врахування інтересів та потреб здобувачів на початку вивчення курсу здобувачам вищої освіти пропонується відповісти у системі Moodle на низку питань щодо інформаційного наповнення курсу. Відповідно до результатів опитування формується траєкторія навчання з урахуванням потреб здобувачів.

Під час навчання здобувачі реалізують своє право вибору індивідуальних завдань лабораторних робіт.

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти пропонується анонімно заповнити у системі Moodle електронні анкети для оцінки рівня

задоволеності методами навчання і викладання та врахування пропозицій стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За результатами опитування вносяться відповідні корективи у робочу програму та силабус.

8. Рекомендовані джерела інформації

1. Kaku, M. (2022). Quantum supremacy: How the quantum computer revolution will change everything. New York: Doubleday.
2. Silva, V. (2022). Quantum computing by practice: Python programming in the cloud with Qiskit and IBM-Q. Cham: Springer.
3. Abbas, A., et al. (2022). Learn quantum computation using Qiskit. [Онлайн-підручник]. Доступно: <https://qiskit.org/textbook/>
4. Kashtan Vita, Hnatushenko Volodymyr, Babets Dmytro, Cyran Krzysztof, Wereszczyński Kamil. Hybrid quantum CNN-based information technology for building semantic segmentation in aerial imagery. PhD Workshop on Artificial Intelligence in Computer Science at 9th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (CoLInS-2025), May 15–16, 2025, Kharkiv, Ukraine. Pp.150-162. <https://ceur-ws.org/Vol-4015/paper11.pdf>
5. V. Yu. Kashtan, V. V. Hnatushenko, K. Wereszczyński, K. Cyran. Quantum machine learning for fusion of multichannel optical satellite images. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2025, (5): 112 - 121. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2025-5/112>.
6. Dwivedi, K., Haghighparast, M., & Mikkonen, T. (2023). Quantum software engineering: Roadmap and challenges. *ACM Computing Surveys*, 55(3), 1–34.
7. Dwivedi, K., et al. (2024). Quantum software engineering and quantum software development lifecycle: A survey. *Springer Journal of Supercomputing*, 80(6), 12345–12378.
8. De Stefano, M., Pecorelli, F., & Rossi, G. (2024). The quantum frontier of software engineering: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 154, 107053.
9. Khan, A. A., Ye, B., & Sudama, V. (2022). Software architecture for quantum computing systems – A systematic review. *arXiv preprint arXiv:2202.05505*.
10. Khan, A. A., Ahmad, A., & Zhang, Y. (2025). Mining Q&A platforms for empirical evidence on quantum software programming. *arXiv preprint arXiv:2503.05240*.
11. Словник термінів ІТ і комп'ютерної інженерії / укл.: В. В. Гнатушенко, Г. М. Коротенко, В. І. Олевський, В.Ю. Каштан, А.Ю. Дереза [та ін.]; під ред. В. В. Гнатушенка, Г. М. Коротенка, Л. І. Цвіркуна. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2025. 709 с

9. Інформаційні ресурси

Репозиторій Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»: <http://ir.nmu.org.ua/>