

ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В.М.ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України



Іван СЕРГІЄНКО
«19» вересня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ КВАНТОВІ ОБЧИСЛЕННЯ (ДВА.1.03)

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	Ф «Інформаційні технології»
спеціальність	ФЗ «Комп'ютерні науки»
освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
освітньо-наукова програма	«Комп'ютерні науки»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна / заочна
Навчальний рік	2025/2026
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Будник Микола Миколайович, д.т.н.

Пролонговано Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Навчальні роки, пролонгації	Голова вченої ради	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____
20___/20___ р.	_____	_____	_____	_____

КИЇВ – 2025

РОЗРОБНИК:

Головний науковий співробітник відділу
сенсорних пристроїв, систем та технологій безконтактної діагностики,
д.т.н., с.н.с.



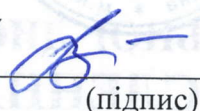
Микола БУДНИК

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу мікропроцесорної техніки

Протокол від “29” вересня 20 25 року № 15

Завідувач відділу

д.т.н., професор



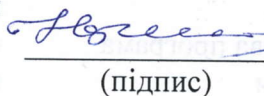
Володимир ОПАНАСЕНКО

(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від “22” вересня 20 25 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України



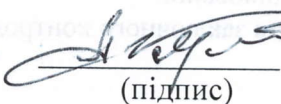
Іван СЕРПІЄНКО

(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Протокол від “29” вересня 20 25 року № _____

Учений секретар



Анатолій КУЛЯС

(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми ФЗ «Комп’ютерні науки»

“29” вересня 20 25 року

Гарант освітньої програми

д.т.н., с.н.с.



Микола БУДНИК

(підпис)

1. Мета навчальної дисципліни

полягає у наданні аспірантам відповідних знань, формуванні умінь логічно-раціонального мислення, оволодіння основними практичними навичками в одному з перспективних напрямків ІТ, що зараз динамічно розвивається – галузі квантових обчислень, їх переваг та недоліків, принципів побудови та архітектури квантових комп'ютерів, квантово-подібних обчислень, у тому числі питанням їх практичної реалізації.

2. Попередні вимоги до знань і вмінь:

1. Аспірант повинен знати:

- ✓ принципи класичних обчислень
- ✓ архітектуру класичних комп'ютерів,
- ✓ мати базові знання з квантової механіки,
- ✓ основи паралельних та високопродуктивних обчислень.

2. Аспірант повинен вміти:

- ✓ розробляти програмне забезпечення,
- ✓ аналізувати та переосмислювати інформацію в галузі ІТ,
- ✓ застосовувати набуті знання при виконанні самостійних робіт.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Дисципліна «Квантові обчислення» відноситься до переліку вибіркових дисциплін. Вона забезпечує аспіранта сучасним інструментарієм для проведення досліджень за спеціальністю F3 «Комп'ютерні науки». Головне завдання курсу – надати аспірантам знання з принципів, переваги квантових обчислень, архітектури та можливих напрямків застосування квантових комп'ютерів.

Дана дисципліна викладається у 1-му семестрі 2-го року навчання в обсязі 60 год. (2 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 18 год., самостійна робота – 40 годин. У курсі передбачено 2 змістових модулі. Дисципліна завершується заліком.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у напрямку квантових обчислень та комп'ютерів, відповідно науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема:

- ✓ здатність розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі комп'ютерних наук,
- ✓ здатність критично переосмислювати сучасні квантові обчислення та комп'ютери та відстежувати тенденції їх розвитку.

5. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати основні відомості про комп'ютерні пристрої та системи.	Лекція	Залік, активна робота на лекції, усні відповіді, модульні контрольні роботи	20%
РН 1.2	Знати структуру конструкторської, експлуатаційної, технологічної документації та засоби для їх розроблення.			
РН 1.3	Знати основні вимоги стандартів та порядок сертифікації комп'ютерних пристроїв та систем.			20%
РН 1.4	Знати порядок впровадження у серійне виробництво комп'ютерних пристроїв та систем.			
РН 2.1	Вміти проектувати комп'ютерні пристрої та системи.	Самостійна робота	Залік, виконання завдань, винесених на самостійну роботу	20%
РН 2.2	Вміти застосовувати отримані знання для математичний апарат для класифікації та прийняття рішень, включаючи багатозначні та нечіткі вирішувальні правила			20%
РН 2.3	Вміти працювати з команді, яка займається сертифікацією та впровадженням у виробництво пристроїв, ПАК чи ІВС	самостійна робота	Залік, активна робота на лекції, усні відповіді, модульні контрольні роботи	5%
РН 3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та моделювання проблемно-орієнтованих пристроїв .			5%
РН 4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвитку нових ідей або процесів у передових контекстах професійної та наукової діяльності.			5%
РН 4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			

6. СПІВВІДНОШЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ ІЗ ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
Програмні результати навчання										
<i>(з опису освітньої програми)</i>										
ПРН-1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.	+	+	+	+						
ПРН-3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, ...) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.		+						+		
ПРН-4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.						+	+			
ПРН-6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.							+			
ПРН-7. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проєкти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.					+					+
ПРН-8. Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.	+					+				
ПРН-9. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації комп'ютерних наук.									+	+
ПРН-10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проєктів з комп'ютерних наук.	+							+	+	

7. СХЕМА ФОРМУВАННЯ ОЦІНКИ.

7.1. Форми оцінювання здобувачів освітньо-наукового ступеня:

- поточне оцінювання впродовж навчального періоду:

№	Метод оцінювання	Результати навчання, які оцінюються	Кількість балів	
			Максимум	Мінімум
1	Активна робота на лекції, усні відповіді	PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4	10	6
2	Виконання завдань, винесених на самостійну роботу	PH2.1, PH2.2	10	6
3	Виконання модульних контрольних робіт у формі тестів	PH2.2, PH2.3, PH3.1, PH4.1, PH4.2	40	24
	<i>Всього</i>		60	36

- підсумкове оцінювання: Залік.

- максимальна/мінімальна кількість балів які можуть бути отримані: 40/24 балів;
- результати навчання які будуть оцінюватись: PH1, PH2, PH3, PH4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота (тести 20 запитань).

Здобувачі освітньо-наукового ступеня, які за результатами поточного оцінювання набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 20 балів, до Заліку не допускаються.

Рекомендований мінімум поточного оцінювання – 36 балів, що при мінімумі підсумкового оцінювання 24 бали забезпечує сумарно 60 балів, тобто мінімуму для отримання позитивної оцінки (зарахування) з дисципліни.

7.2. Організація оцінювання:

Обов'язковим є виконання завдань, винесених на самостійну роботу за графіком робочої програми. Обов'язковим для допуску до Заліку є виконання завдань, винесених на самостійну роботу, до вказаної викладачем дати, перед початком екзаменаційної сесії, згідно навчального плану.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: протягом навчального періоду;
2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: протягом навчального періоду;
3. Виконання модульних контрольних робіт: до 9 тижня навчального періоду.

У випадку відсутності з поважних причин відпрацювання та перескладання завдань здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України”.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Семинарські	Самостійна робота
Модуль 1. Принципи квантових та квантово-подібних обчислень				
1	Основні положення квантової механіки, важливі для квантових обчислень. Кубіт – основоположна цеглина квантової інформатики, суперпозиція станів в кубіті.	2		5
2	Квантовий регістр та сплетені стани. Варіанти виконання регістру кубітів (лінійка, матриця). Сплетений стан як результат взаємодії між кубітами. Ймовірність сплетеного стану між 2-ма кубітами. Загальна кількість станів та значень станів для 3-кубітного квантового процесора.	2		5
3	Квантові та квантово-подібні логічні операції, їх особливості. Релізація багатозначної логіки, багатомісних операцій, нечіткої логіки.	2		5
4	Квантові алгоритми та квантово-подібні (quantum-like, quantum-inspired) алгоритми, їх переваги та недоліки. Квантові та квантово-подібні операції повороту. Чисто квантові та гібридні обчислення. Приклади алгоритмів. Фреймворки та схема обчислень, демонстрація квантової переваги.	2		5
Всього модуль 1		8		20
Модуль 2. Апаратне забезпечення				
5	Декогеренція і квантова корекція помилок. Технічні вимоги до елементної бази квантового процесора. Архітектура квантового комп'ютера. Можливі шляхи реалізації кубітів.	2		5
6	Квантові процесори на основі спінового магнітного резонансу	2		5
7	Квантові процесори з використанням явища надпровідності та переходів Джозефсона	2		5
8	Реалізація симуляторів квантових обчислень. Вимоги до обчислювальних ресурсів, паралельні обчислення та суперкомп'ютери. Варіанти архітектури стимуляторів для вирішення логічних, арифметичних задач, СЛАР та задач класифікації.	4		5
Всього модуль 2		10		20
ВСЬОГО:		18		40

Загальний обсяг 60 годин, в тому числі:

Лекцій – **18 годин**,

Консультація - **2 години**,

Самостійна робота – **40 годин**.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Будник М.М., Войтович І.Д., Ільченко В.В., Корсунський В.М. Фізико-технологічні основи наноелектроніки: навчальний посібник / ФРЕКС КНУ ім. Тараса Шевченка. – Київ: Інтерсервіс. 2015. – 383 с. ISBN 978-617-696-291-5.
2. Будник М.М., Баужа О.С., Войтович І.Д., Корсунський В.М. Вступ до квантових обчислень та квантових комп'ютерів: навчальний посібник / ФРЕКС КНУ ім. Тараса Шевченка. – Київ: Інтерсервіс, 2014. – 95 с. ISBN 978-617-696-287-8
3. Будник М.М. Булеві квантові логічні операції. Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології, 2023, вип.36, с. 38-42, doi.org/10.15407/fmmit2023.36.038

Додаткова

1. Будник М.М. Розробка біомедичних інформаційно-вимірювальних систем на основі СКВІД-магнітометрів та технології їх застосування // Дис. ... доктора техн. наук. – Київ: Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ. – 2009. – 405 с. Електронний ресурс: <https://nrat.ukrintei.ua/searchdoc/0509U000633/>
2. Будник М.М., Войтович І.Д., Коваленко А.В., Корсунський В.М., Курашов В.Н., Прокопенко О.В. Прикладна фізика та електроніка: підручник / Київ: ВПЦ «Київський університет», 2020. – 431 с. ISBN 978-966-433-953-8.