

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Квантові технології в комп'ютерній техніці
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки та комп'ютерної техніки
Розробник(и)	Кулик Ігор Анатолійович
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 3-го або 4-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 год., з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (16 годин лекцій, 32 години практичних занять), 102 години становить самостійна робота студентів
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 171 "Електроніка"
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні базові знання інформатики, математики та елементів квантової фізики
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Метою освоєння дисципліни є розвиток фундаментального розуміння квантових обчислень та квантової інформації. Студенти знайомляться із архітектурою і роботою квантових комп'ютерів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Вступ і загальний огляд. Історія квантових обчислень і квантової інформації. Квантові біти. Квантові обчислення. Квантові алгоритми. Квантова інформація.

<p>Тема 2 Вступ в квантову механіку. Лінійна алгебра. Постулати квантової механіки. Надщільне кодування. Оператори щільності. Парадокс Ейнштейна – Подільського – Розена.</p>
<p>Тема 3 Вступ в квантову інформатику. Обчислювані моделі. Машини Тюрінга. Обчислювані схеми. Аналіз обчислюваних задач. Перспективи квантової інформатики.</p>
<p>Тема 4 Квантові обчислення. Квантові схеми. Квантові алгоритми. Операції на одному кубіті. Умовні операції. Універсальні квантові елементи. Модель квантових схем обчислень. Моделювання квантових систем.</p>
<p>Тема 5 Квантові комп'ютери. Фізична реалізація. Основні принципи. Умови для квантового обчислення. Представлення квантової інформації. Приготування початкового стану. Вимірювання кінцевого результату. Іони в пастках. Ядерний магнітний резонанс. Інші варіанти реалізації.</p>
<p>Тема 6 Квантова теорія інформації. Кодування квантового каналу без шуму. Передача класичної інформації по квантовим каналах з шумом. Квантова криптографія. Квантова телепортація.</p>
<p>Тема 7 Квантові системи. Квантовий об'єкт і квантові системи. Квантова перевага. Принцип роботи квантового комп'ютера.</p>
<p>Тема 8 Квантові комп'ютери. Проблеми квантових комп'ютерів. Порівняння квантового і звичайного комп'ютерів. Архітектура процесора. Комп'ютери D-Wave.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Знати основні принципи квантових обчислень.
PH2	Знати основні принципи будови квантових комп'ютерів.
PH3	Вміти засвоювати нові знання та прогресивні технології отримання та передачі квантової інформації.
PH4	Вміти застосовувати базові квантові алгоритми.

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

<p>Тема 1. Вступ і загальний огляд.</p>
<p>Лк1 "Вступ і загальний огляд." (денна) Історія квантових обчислень і квантової інформації. Квантові біти. Квантові обчислення. Квантові алгоритми. Квантова інформація.</p>

<p>Пр1 "Вступ і загальний огляд." (денна) Класична інформація в квантових каналах. Квантова інформація в квантових каналах.</p>
<p>Пр2 "Вступ і загальний огляд." (денна) Квантове розрізнення. Створення і перетворення запутаності.</p>
<p>Тема 2. Вступ в квантову механіку.</p>
<p>Лк2 "Вступ в квантову механіку." (денна) Лінійна алгебра. Постулати квантової механіки. Надщільне кодування. Оператори щільності. Парадокс Ейнштейна-Подільського-Розена.</p>
<p>Пр3 "Вступ в квантову механіку." (денна) Задачі з квантової механіки: частина 1.</p>
<p>Пр4 "Вступ в квантову механіку." (денна) Задачі з квантової механіки: частина 2.</p>
<p>Тема 3. Вступ в квантову інформатику.</p>
<p>Лк3 "Вступ в квантову інформатику." (денна) Обчислювані моделі. Машини Тюрінга. Обчислювані схеми. Аналіз обчислюваних задач. Перспективи інформатики.</p>
<p>Пр5 "Вступ в квантову інформатику." (денна) Задачі з інформатики: частина 1.</p>
<p>Пр6 "Вступ в квантову інформатику." (денна) Задачі з інформатики: частина 2.</p>
<p>Тема 4. Квантові обчислення. Квантові схеми.</p>
<p>Лк4 "Квантові обчислення. Квантові схеми." (денна) Квантові алгоритми. Операції на одному кубіті. Умовні операції. Універсальні квантові елементи. Модель квантових схем обчислень. Моделювання квантових систем.</p>
<p>Пр7 "Квантові обчислення. Квантові схеми." (денна) Задачі з квантових обчислень: частина 1.</p>
<p>Пр8 "Квантові обчислення. Квантові схеми." (денна) Задачі з квантових обчислень: частина 2.</p>
<p>Тема 5. Квантові комп'ютери. Фізична реалізація.</p>

<p>Лк5 "Квантові комп'ютери. Фізична реалізація." (денна)</p> <p>Основні принципи. Умови для квантового обчислення. Представлення квантової інформації. Приготування початкового стану. Вимірювання кінцевого результату. Іони в пастках. Ядерний магнітний резонанс. Інші варіанти реалізації.</p>
<p>Пр9 "Квантові комп'ютери. Фізична реалізація." (денна)</p> <p>Задачі з представлення квантової інформації, приготування початкового стану: частина 1.</p>
<p>Пр10 "Квантові комп'ютери. Фізична реалізація." (денна)</p> <p>Задачі з представлення квантової інформації, приготування початкового стану: частина 2.</p>
<p>Тема 6. Квантова теорія інформації.</p>
<p>Лк6 "Квантова теорія інформації." (денна)</p> <p>Кодування квантового каналу без шуму. Передача класичної інформації по квантовим каналах з шумом. Квантова криптографія. Квантова телепортація.</p>
<p>Пр11 "Квантова теорія інформації." (денна)</p> <p>Задачі з квантової передачі інформації.</p>
<p>Пр12 "Квантова теорія інформації." (денна)</p> <p>Задачі з квантової криптографії.</p>
<p>Тема 7. Квантові системи.</p>
<p>Лк7 "Квантові системи." (денна)</p> <p>Квантовий об'єкт і квантові системи. Квантова перевага. Принцип роботи квантового комп'ютера.</p>
<p>Пр13 "Квантові системи." (денна)</p> <p>Обговорення варіантів сучасної реалізації квантових систем різного призначення.</p>
<p>Пр14 "Квантові системи." (денна)</p> <p>Аналіз та обговорення принципів роботи квантового комп'ютера.</p>
<p>Тема 8. Квантові комп'ютери.</p>
<p>Лк8 "Квантові комп'ютери." (денна)</p> <p>Проблеми квантових комп'ютерів. Порівняння квантового і звичайного комп'ютерів. Архітектура процесора. Комп'ютери D-Wave.</p>
<p>Пр15 "Квантові комп'ютери." (денна)</p> <p>Порівняльний аналіз будови і принципів функціонування квантового і звичайного комп'ютерів.</p>

Пр16 "Квантові комп'ютери." (денна)

Обговорення різних варіантів сучасної реалізації квантових комп'ютерів.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Конспектування.
НД2	Виконання практичних завдань.
НД3	Виконання розрахунково-графічної роботи (теми 2-7).
НД4	Підготовка до поточного та підсумкового контролю.

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції.
МН2	Практико-орієнтоване навчання.

Лекції надають студентам знання з способів передачі даних, важливих складових опису поширених стандартних інтерфейсів комп'ютерних систем (РН1). Лекції доповнюються пошуковими практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах по організації обміну даними в комп'ютерних системах, між комп'ютерними засобами та цифровими пристроями (РН2, РН3), побудові пристроїв спряження на базі стандартних інтерфейсів (РН4).

Самостійному навчанню, формуванню навичок самоорганізації та раціонального використання навчального часу сприятиме підготовка до лекцій та практичних занять, а також підготовча робота до виконання розрахунково-графічної роботи по створенню складових апаратного та програмного забезпечення пристроїв спряження комп'ютерних систем та цифрових пристроїв. Під час розв'язування ситуаційних задач та виконання розрахунково-графічної роботи студенти розвиватимуть навички нестандартного мислення, аргументування своєї позиції та аналітичного підходу до отриманих результатів.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$

Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами.
МФО2	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань.
МФО3	Виконання розрахунково-графічної роботи у визначений термін і якість презентації результатів виконання завдання.

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль).
МСО2	Звіт за результатами виконання практичних робіт.
МСО3	Виконання та захист розрахунково-графічної роботи.
МСО4	Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист).
МСО5	Складання комплексного письмового модульного контролю.

Контрольні заходи:

Семестр викладання		100 балів
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль).		30
	2x15	30
МСО2. Звіт за результатами виконання практичних робіт.		20
		20
МСО3. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи.		20
		20
МСО5. Складання комплексного письмового модульного контролю.		30
		30

Контрольні заходи в особливому випадку:

Семестр викладання		100 балів
МСО3. Виконання та захист розрахунково-графічної роботи.		20
		20
МСО4. Виконання пошуково-дослідного завдання (підготовка, презентація, захист).		50
		50
МСО5. Складання комплексного письмового модульного контролю.		30
		30

Форма підсумкового контролю – диференційний залік. Студент отримує диференційний залік при умові виконання розрахунково-графічної роботи відповідно до сформульованого завдання та отриманні позитивної оцінки за усіма заходами контролю.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо).
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи.

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Bernhardt Chris (2019), Quantum Computing for Everyone, MIT Press, 216 pp.
2	Скотт Ааронсон. Квантовые вычисления со времен Демокрита. – М.: Альпина Нон-фикшн, 2017. – 494 с.
Допоміжна література	
1	Прескилл Дж. Квантовая информация и квантовые вычисления. – Ижевск: РХД, 2008 – 2011. – 464+312 с.
2	Душкин Р.В. Квантовые вычисления и функциональное программирование – 2014. – 318 с.
3	Емельянов В.И. Квантовая физика. Биты и кубиты. Учебное пособие / В.И. Емельянов, Ю.В. Владимирова. – М.: Физический факультет МГУ, 2012. – 176 с.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	Квантові комп'ютери: що це, як працюють, які перспективи? https://blog.allo.ua/ua/kvantovi-komp-yuteri-shho-tse-yak-pratsyuyut-yaki-perspektivi_2018-07-39/ (Останнє звернення 25.02.2021)
2	Как работают квантовые компьютеры. https://habr.com/ru/post/480480/3 (Останнє звернення 03.02.2021)