

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем



Навчальна дисципліна **Методи розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії**

Освітньо-наукова програма **Комп'ютерна інженерія**

Рівень вищої освіти **третій (доктор філософії)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Лисенко Сергій Миколайович
Профайл викладача	http://kiis.khmnu.edu.ua/personnel/lysenko-sergij-mykolajovych/
E-mail викладача(ів)	sprlysenko@gmail.com
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=6851
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: середа, 6-а пара, 1-115; п'ятниця, 6-а пара, 1-114; онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	1	1	4	120	51	17	34			69				+

Анотація дисципліни

Дисципліна "Методи розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії" є дисципліною з циклу спеціальної підготовки дослідника в галузі комп'ютерної інженерії. Дисципліна викладається для здобувачів третього (доктор філософії) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей галузі інформаційних технологій. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Пререквізити: Методи оптимізації в наукових дослідженнях та експериментах; **кореквізити:** Педагогічна практика, Методологія розроблення, верифікації та розгортання програмного забезпечення і систем в хмарних середовищах, Інтелектуальні інформаційні системи і технології.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан ФІТ _____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
_____ 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Методи розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії**

Освітньо-наукова програма **Комп'ютерна інженерія**

Рівень вищої освіти **третій (доктор філософії)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(и)	Лисенко Сергій Миколайович
Профайл викладача	http://kiis.khmnu.edu.ua/personnel/lysenko-sergij-mykolajovych/
E-mail викладача(ів)	sprlysenko@gmail.com
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=6851
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: середа, 6-а пара, 1-115; п'ятниця, 6-а пара, 1-114; онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
О	Д	1	1	4	120	51	17	34			69				+

Анотація дисципліни

Дисципліна "Методи розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії" є дисципліною з циклу спеціальної підготовки дослідника в галузі комп'ютерної інженерії. Дисципліна викладається для здобувачів третього (доктор філософії) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей галузі інформаційних технологій. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Пререквізити: Методи оптимізації в наукових дослідженнях та експериментах; **кореквізити:** Педагогічна практика, Методологія розроблення, верифікації та розгортання програмного забезпечення і систем в хмарних середовищах, Інтелектуальні інформаційні системи і технології.

Мета і завдання дисципліни

Метою курсу є розгляд квантових обчислень, біомолекулярного комп'ютерингу, оптичних комп'ютерних систем, Інтернету речей, оброблення великих даних, Green-технологій, людино-машинної взаємодії, виконання високопродуктивних обчислень, доданої та віртуальної реальності як методів розв'язування наукових задач комп'ютерної інженерії.

Завдання дисципліни.

Опанування сучасними методами проведення досліджень в галузі комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій, а саме: способи подання, отримання, зберігання, передавання, опрацювання інформації, математичні моделі обчислювальних процесів, технології виконання обчислень, а також квантових, біомолекулярних, оптичних та оброблення великих даних, а також технології людино-машинної взаємодії та кооперації, Інтернету речей, доданої та віртуальної реальності.

Очікувані результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з комп'ютерної інженерії, IT-інфраструктур та інформаційних технологій, отримання нових знань та/або здійснення інновацій; планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем; глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерної інженерії а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері інформаційних технологій та у викладацькій практиці; розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної інженерії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів; вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми комп'ютерної інженерії державною та іноземною мовами усно та письмово, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях; застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії; 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 інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках; 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; вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, IT-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів; вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з різних дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти під час розв'язання теоретичних та прикладних задач в предметній області наукових досліджень, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань; вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти; вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

Програмні компетентності

Інтегральна. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері комп'ютерної інженерії та комп'ютерних технологій, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК4. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерної інженерії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

ЗК5. Здатність набуття універсальних навичок дослідника, зокрема, усної чи письмової презентації власного наукового дослідження українською та англійською мовами, пошуку та критичного аналізу інформації, управління науковими проектами та/або складання пропозицій щодо фінансування наукових досліджень, реєстрації прав інтелектуальної власності, здатність творчо і креативно мислити.

ЗК6. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді.

ФК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерної інженерії та суміжних галузей.

ФК2. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в комп'ютерній інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти

ФК3. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів в галузі комп'ютерної інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК5. Здатність ефективно застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати натурні та обчислювальні експерименти при проведенні наукових досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

ФК6. Здатність інтегрувати знання з різних галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні досліджень.

ФК7. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики комп'ютерної інженерії, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Спеціальні компетенції, визначені за освітньо-науковою програмою:

ФК8. Здатність аргументувати вибір методу розв'язання наукової задачі, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

ФК9. Здатність використовувати методи фундаментальних і прикладних дисциплін для опрацювання, аналізу й синтезу результатів досліджень.

Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з комп'ютерної інженерії, IT-інфраструктур та інформаційних технологій, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН2. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблем.

ПРН3. Глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерної інженерії а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері інформаційних технологій та у викладацькій практиці.

ПРН4. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної інженерії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН6. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми комп'ютерної інженерії державною та іноземною мовами усно та письмово, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН7. Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.

ПРН8. 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 інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямах.

ПРН9. 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.

Програмні результати навчання, визначені за освітньо-науковою програмою:

ПРН11. Вміти розв'язувати задачі синтезу та аналізу об'єктів дослідження комп'ютерної інженерії та їх окремих складових, серед яких: аналогові та цифрові комп'ютери та комп'ютерні системи універсального або спеціального призначення; локальні, глобальні комп'ютерні мережі; кіберфізичні системи, Інтернет речей, системи для оброблення великих даних та штучного інтелекту, IT-інфраструктури; їх програмно-технічні засоби, інтерфейси та протоколи взаємодії їх компонентів.

ПРН12. Вміти застосовувати системний підхід, інтегруючи знання з різних дисциплін та враховуючи нетехнічні аспекти під час розв'язання теоретичних та прикладних задач в предметній області наукових досліджень, доступно представляти та обговорювати отримані результати наукових досліджень, забезпечуючи ефективний трансфер набутих знань.

ПРН13. Вміти системно мислити, адаптуватися до нових умов, застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, самостійно приймати рішення та ініціювати оригінальні дослідницько-інноваційні проекти

ПРН14. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема лабораторної роботи*	Самостійна робота студентів		
			Зміст	Год.	Література
1-2	Квантові обчислення [1, 5, 13]	Квантові обчислення [1, 5, 13]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного роботи №1	8	[1-12]
3-4	Біомолекулярний комп'ютинг [2, 4]	Квантові обчислення [1, 5, 13]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №1. Підготовка до лабораторного роботи №2	8	[1-12]
5-6	Обчислення на основі оптичних комп'ютерних систем [2, 7]	Енергоефективні обчислення на програмованій логіці [1, 3, 4, 11]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №2. Підготовка до лабораторного роботи №3	8	[1-12]
7-8	Інтернет речей [1, 3, 4, 5]	Енергоефективні обчислення на програмованій логіці [1, 3, 4, 11]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №3. Підготовка до лабораторного роботи №4	8	[1-12]
9-10	Технології для оброблення великих даних [1, 6]	Інтернет речей [1, 3, 4, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №4. Підготовка до лабораторного роботи №5	8	[1-12]
11-12	Green технології [3, 4,11]	Інтернет речей [1, 3, 4, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №5. Підготовка до лабораторного роботи №6	8	[1-12]
13-14	Людино-машинна взаємодія [5, 12]	Технології для оброблення великих даних [1, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного роботи №7. Підготовка до захисту лабораторного роботи №6.	7	[11-12]
15-16	Технології виконання високопродуктивних обчислень [5, 6,9]	Технології для оброблення великих даних [1, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного роботи №7.	7	[11-12]
17	Технології доданої та віртуальної реальності [9, 10]	Підсумкове заняття [9, 10]	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторного роботи №7. Індивідуальне оцінювання проекту колеги. Колективне оцінювання проекту одного з колег.	7	[1-12]

Примітка: * Лекції, лабораторні заняття проводяться по дві години; послідовність проведення занять визначається розкладом (може не відповідати нумерованим тижням)

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у ХНУ (<http://khnu.km.ua/root/files/01/06/03/006.pdf>).

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи згідно з робочою програмою дисципліни

і робочим навчальним планом; набуття навичок застосування методи методів розв'язування наукових задач перевіряється шляхом захисту лабораторних робіт; набуття навичок критичного мислення та командної роботи перевіряється виконанням та публічним захистом проекту, розробленого під час лабораторних занять.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль (іспит)
<i>I семестр</i>									
Лабораторні роботи:								Оцінювання проектів	
1	2	3	4	5	6	7	8	Захист проекту	Підсумкова контрольна робота
ВК: 0,4								0,2	0,4

Примітка: ВК – ваговий коефіцієнт.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

Оцінка ЕКТС	Інституційна шкала балів	Інституційна оцінка	Критерії оцінювання	
A	4,75-5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків.
B	4,25-4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками.
C	3,75-4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками.
D	3,25-3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для лабораторного діяльності за професією.
E	3,00-3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00-2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00-1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни.

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Квантові обчислення.
2. Теоретичні засади квантових обчислень
3. Поняття кубіта
4. Квантовий реєстр
5. Квантова заплутаність
6. Квантові вентиля
7. Реалізації квантового комп'ютера
8. Квантові комп'ютери на оптичних чипах
9. Складність квантових обчислень
10. Біомолекулярний комп'ютинг
11. Концепція технології Інтернету речей
12. Технології для побудови інтернету речей
13. Засоби передачі даних в Інтернеті речей
14. Проблеми безпеки Інтернеті речей
15. Обчислення на основі оптичних комп'ютерних систем
16. Технології для оброблення великих даних
17. Green технології
18. Людино-машинна взаємодія
19. Технології виконання високопродуктивних обчислень
20. Технології доданої реальності
21. Технології віртуальної реальності

9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. AZUMA, Koji, et al. Quantum repeaters: From quantum networks to the quantum internet. *Reviews of Modern Physics*, 2023, 95.4: 045006.
2. MOTLAGH, Dania; WIEBE, Nathan. Generalized quantum signal processing. *PRX Quantum*, 2024, 5.2: 020368.
3. SOORI, Mohsen; AREZOO, Behrooz; DASTRES, Roza. Internet of things for smart factories in industry 4.0, a review. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 2023, 3: 192-204.
4. SATAV, Sandip D., et al. Next generation of internet of things (ngiot) in healthcare systems. In: *Sustainable Science and Intelligent Technologies for Societal Development*. IGI Global, 2023. p. 307-330.
5. LYSENKO, SERGI; SAVENKO, BOHDAN. Distributed Discrete Malware Detection Systems Based on Partial Centralization and Self-Organization. *International Journal of Computing*, 2023, 22.2: 117-139.
6. DENYSIUK, Dmytro, et al. Blockchain-based Deep Learning Algorithm for Detecting Malware. In: *IntelITSIS*. 2023. p. 529-538.

7. BHARADIYA, J. Praful. A comparative study of business intelligence and artificial intelligence with big data analytics. *American Journal of Artificial Intelligence*, 2023, 7.1: 24.
8. MCMAHON, Peter L. The physics of optical computing. *Nature Reviews Physics*, 2023, 5.12: 717-734.
9. BUDINGER, Niklas; FURUSAWA, Akira; VAN LOOCK, Peter. All-optical quantum computing using cubic phase gates. *Physical Review Research*, 2024, 6.2: 023332.
10. CEVIKBAS, Mustafa; BULUT, Neslihan; KAISER, Gabriele. Exploring the benefits and drawbacks of AR and VR technologies for learners of mathematics: Recent developments. *Systems*, 2023, 11.5: 244.
11. PERVOLARAKIS, Zacharias, et al. Visiting heritage sites in ar and vr. *Heritage*, 2023, 6.3: 2489-2502..
12. VERDECCHIA, Roberto; SALLOU, June; CRUZ, Luís. A systematic review of Green AI. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2023, 13.4: e1507.
13. ZONGXING, Lu, et al. Human-machine interaction technology for simultaneous gesture recognition and force assessment: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 2023..
14. <https://quantum-computing.ibm.com>.
15. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.
16. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.

Розробник: д.т.н., проф. Сергій ЛИСЕНКО

Погоджено:

Зав. каф. КІС к.т.н., доц. Ірина ЗАСОРНОВА

Гарант ОНП «КІ»: к.т.н., доц. Дмитро МЕДЗАТИЙ

7. BHARADIYA, J. Praful. A comparative study of business intelligence and artificial intelligence with big data analytics. *American Journal of Artificial Intelligence*, 2023, 7.1: 24.
8. MCMAHON, Peter L. The physics of optical computing. *Nature Reviews Physics*, 2023, 5.12: 717-734.
9. BUDINGER, Niklas; FURUSAWA, Akira; VAN LOOCK, Peter. All-optical quantum computing using cubic phase gates. *Physical Review Research*, 2024, 6.2: 023332.
10. CEVIKBAS, Mustafa; BULUT, Neslihan; KAISER, Gabriele. Exploring the benefits and drawbacks of AR and VR technologies for learners of mathematics: Recent developments. *Systems*, 2023, 11.5: 244.
11. PERVOLARAKIS, Zacharias, et al. Visiting heritage sites in ar and vr. *Heritage*, 2023, 6.3: 2489-2502..
12. VERDECCHIA, Roberto; SALLOU, June; CRUZ, Luís. A systematic review of Green AI. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 2023, 13.4: e1507.
13. ZONGXING, Lu, et al. Human-machine interaction technology for simultaneous gesture recognition and force assessment: A Review. *IEEE Sensors Journal*, 2023..
14. <https://quantum-computing.ibm.com>.
15. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_fpage_lib.php.
16. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.

Розробник:



д.т.н., проф. Сергій ЛИСЕНКО

Погоджено:

Зав. каф. КІС



к.т.н., доц. Ірина ЗАСОРНОВА

Гарант ОНП «КІ»:



к.т.н., доц. Дмитро МЕДЗАТИЙ