

Теорія квантової інформації та обчислень Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	
Спеціальність	F2 ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
Освітня програма	Інженерія квантового програмного забезпечення (Quantum Software engineering)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5.0 кредитів ECTS (150 годин); 32 год. лекцій; 28 год. лаб. роб.; 90 год. СРС.
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекції; Лабораторні заняття Електронний розклад: http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/викладачів	Лектор: к.т.н., доц. кафедри ІІІ Полупан Ю.В. Juliy_polupan@i.ua Лабораторні заняття: к.т.н., доц. кафедри ІІІ Полупан Ю.В.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google-drive, тощо): Moodle Лекції: 1) https://drive.google.com/drive/folders/1-bD-QLAp4cq-zjPj5ByHfcMWKtT3obMf?usp=sharing 2) https://do.ipk.kpi.ua/ Лабораторні роботи: 1) https://drive.google.com/drive/folders/1JK8m6knfvei_1KSbp7V8sYgkr27RtM0T?usp=sharing 2) https://do.ipk.kpi.ua/ Відеоконференції: 1) https://us05web.zoom.us/j/2936312006?pwd=TZ3NBf3taJj2AWd1oCpwsTnPRzCBh2.1

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни її мета, предмет навчання та результати навчання

Опис навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни спрямовано на оволодіння основними поняттями і принципами квантової інформації та квантових обчислень у контексті сучасної науки про інформацію. Розглядаються способи представлення інформації у квантових системах, властивості квантових станів та операцій над ними, а також особливості, які відрізняють квантову інформацію від класичної.

Студенти познайомляться як з теоретичними засадами так і з практичними аспектами побудови квантових систем. Навчатися створювати програми при допомозі Qiskit - відкритої бібліотеки на Python для програмування квантових комп'ютерів від IBM, які вибрали в себе найкращі риси цієї нової та дуже перспективної технології. Дисципліна "Теорія квантової інформації та обчислень" містить докладний виклад концепцій та принципів використання квантових систем для збереження, передавання та опрацювання інформації. Вона охоплює фундаментальні уявлення про кубіт як елементарний носій інформації, багатокубітні стани та їх властивості, включно із суперпозицією та квантовою запутаністю і телепортацією.

Метою дисципліни є формування у студентів цілісного уявлення про принципи представлення, передавання та опрацювання інформації в квантових системах. Дисципліна покликана дати знання про математичний апарат квантових обчислень, розкрити фундаментальні відмінності між класичними та квантовими інформаційними процесами, сформувані навички аналізу властивостей квантових станів та операцій, а також сформувані ключові фахові компетентності, теоретичні знання і практичні навички в роботі з квантовими системами.

Предметом навчальної дисципліни є фундаментальні концепції квантової інформації разом з математичним апаратом комплексного гільбертового простору, який використовується для їхнього опису і забезпечує строгий інструментарій для формального опису квантових інформаційних процесів та обчислень.

Завданнями дисципліни є ознайомлення студентів із квантовим підходом до розробки прикладних програм, з існуючими сучасними технологіями квантових обчислень, що використовують мову Python та відомий SDK для квантового програмування Qiskit.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен набути **досвід (результати навчання)**: застосування математичного апарату комплексного гільбертового простору для опису квантових станів та процесів; представлення квантових станів, операцій, вимірювань і каналів за допомогою векторів стану, операторів та матриць щільності; використання умовних ймовірностей у квантових обчисленнях для аналізу результатів вимірювань багатокубітних систем; аналізу відмінностей між класичною та квантовою інформацією, зокрема розуміння ролі суперпозиції, запутаності та кореляцій; для підготовки до подальшого засвоєння прикладних дисциплін, пов'язаних із квантовими алгоритмами, програмним забезпеченням квантових обчислень.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК 12 - Здатність оперувати базовими поняттями квантової інформації (суперпозиція, запутаність, квантові біти, телепортація) та моделювати їх у контексті обчислень і комунікацій.

Програмні результати навчання:

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.

2. Перереквізити та пост реквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані студентами при вивченні дисциплін математичний аналіз; теорія ймовірностей; комп'ютерна дискретна математика; алгоритми та структури даних; основи програмування; проектування алгоритмів, а також на знання, уміння і навички, необхідні для раціонального використання засобів інформаційних технологій при розв'язуванні задач опрацювання інформації, розуміння ролі інформаційних технологій, основ інформаційної культури та гігієни. Знання та навички, набуті студентом при вивченні дисциплін, використовуються в розробці додатків та квантових схем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1	Історія квантових обчислень та квантової інформації. Фундаментальні принципи квантової механіки.
Тема 2	Постулати квантової механіки, які лежать в основі квантових обчислень.
Тема 3.	Проектування кубітів.
Тема 4	Лінійна алгебра.
Тема 5	Спіни та кубіти.
Тема 6	Представлення квантового стану.
Тема 7	Класична логіка, вентиля та ланцюги.
Тема 8	Квантова логіка, вентиля та ланцюги.
Тема 9	Квантова заплутанність.

4. Навчальні матеріали та ресурси.

Основна література

1. Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 676 p.
2. Bernhard Kris. Quantum Computing for Everyone. – Cambridge, Massachusetts, London, England: The MIT Press, 2019. – 240 p.
3. Sutor R. S. Dancing with Qubits: How Quantum Computing Works and How It Can Change the World. – Birmingham: Packt Publishing, 2019. – 516 p.
4. Hassi Norlén. Quantum Computing in Practice with Qiskit® and IBM Quantum Experience®: Practical recipes for quantum computer coding at the gate and algorithm level with Python. – Birmingham: Packt Publishing, 2020. – 354 c. – ISBN 978-1-83882-844-8.
5. Silva, V. Practical Quantum Computing for Developers: Programming Quantum Rigs in the Cloud using Python, Quantum Assembly Language, and IBM QExperience. – Berkeley: Apress, 2018. – 346 c. – ISBN 978-1-4842-4217-9.
6. Mykhailova, Mariia. Quantum Programming in Depth: Solving Problems with Q# and Qiskit. Manning Publications, 2025. ISBN 978-1633436909.
7. Vos, Johan. Quantum Computing in Action. Manning Publications, 2022. ISBN 978-1617296321.
8. Abbas, Amira, et al. Learn Quantum Computation using Qiskit. IBM Research & Qiskit Community, 2021. 400 pages. ISBN 978-1-948284-00-0.
9. Kaiser, Sarah C., and Christopher Granade. Learn Quantum Computing with Python and Q#: A Hands-On Approach. Manning Publications, 2021. 384 pages. ISBN 978-1617296130.

Додаткова література

1. Mermin, N. David. Quantum Computer Science: An Introduction. Cambridge University Press, 2007. 256 pages. ISBN 978-0521876582.
2. Rieffel, Eleanor G., and Wolfgang H. Polak. Quantum Computing: A Gentle Introduction. The MIT Press, 2011. 416 pages. ISBN 978-0262015066.
3. Lipton, Richard J., and Kenneth W. Regan. Quantum Algorithms via Linear Algebra: A Primer. The MIT Press, 2014. 206 pages. ISBN 978-0262028394.
4. Gilmore, Robert. Alice in Quantumland: An Allegory of Quantum Physics. Copernicus Books, 1995. 184 pages. ISBN 978-0387914954.

Інформаційні посилання

1. Офіційний канал <https://www.youtube.com/@qiskit>
2. Підручник на GitHub: <https://github.com/Qiskit/textbook/tree/aebdd2bc86ddb7a79dd8441d52c839d312ffafbb/notebooks>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

5.1. Структура навчальної дисципліни

Найменування розділів і тем	Розподіл по видах занять			
	Всього	Лекції	Лаб.	CPC
Теорія квантової інформації та обчислень				
Тема 1. Історія квантових обчислень та квантової інформації. Фундаментальні принципи квантової механіки.	12	2	0	10
Тема 2. Постулати квантової механіки, які лежать в основі квантових обчислень.	12	2	0	10
Тема 3. Проектування кубітів.	12	2	0	10
Тема 4. Лінійна алгебра.	20	6	4	10
Тема 5. Спіни та кубіти.	16	2	4	10
Тема 6. Представлення квантового стану.	18	4	4	10
Тема 7. Класична логіка, вентиля та ланцюги.	18	4	4	10
Тема 8. Квантова логіка, вентиля та ланцюги.	20	6	4	10
Тема 9. Квантова запутанність.	22	4	8	10
Всього	150	32	28	90

5.2. Лекційні заняття

№	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість аудиторних годин
Тема 1.	Історія квантових обчислень та квантової інформації. Фундаментальні принципи квантової механіки , що лежать в основі сучасних методів квантових обчислень: «експеримент» з лягушкою, опит Юнга, кіт Шредінгера. Багатосвітова інтерпретація квантової механіки.	2
Тема 2.	Постулати квантової механіки, які лежать в основі квантових обчислення. Фізична форма кубіту. Світло і фотони. Двохщільовий експеримент. Поляризація. Декогеренція. Чисті стани проти змішаних.	2
Тема 3	Проектування кубітів: надпровідний контур, іонні ловушки, спінові кубіти (кремнієві квантові точки, NV-центри в алмазі). Фотони і поляризація, фотонні кубіти.	2
Тема 4.	Лінійна алгебра: комплексні та дійсні числа, вектори, діаграми векторів,	2

	довжина вектора. Скалярний добуток. Складання векторів, ортогональні вектори, множення бра на кет, добуток бра-кет та довжина, добуток бра-кет та ортогональність.	
Тема 5.	Лінійна алгебра: ортонормований базис, вектори як лінійні комбінації базисних векторів, впорядковані базиси, довжина векторів. Матриці, обчислення з матрицями, ортогональні і унітарні матриці.	2
Тема 6.	Лінійна алгебра: базиси та лінійна незалежність. Лінійні оператори та матриці. Матриці Паулі, власні вектори та власні значення. Спряжені та ермітові оператори, тензорний добуток, операторні функції. Комутатор та антикомутатор.	2
Тема 7.	Спіни та кубіти: ймовірність, математика квантового спіну, еквівалентні вектори станів, базис, що відповідає заданному напрямленню спіна, поворот установки на 60° . Математична модель поляризації фотона, базис, що відповідає заданному напрямленню поляризації.	2
Тема 8.	Представлення квантового стану. Відображення унітарних матриць в стандартну форму. Матриці густини. Квантові спостережувані та очікувані. Сфера Блоха: оператори поворота вектора Блоха. Фізична реалізація поворотів вектора Блоха.	2
Тема 9.	Представлення квантового стану. Матриці Паулі: Вимірювання в базисі знаків $\{ +\rangle, -\rangle\}$. Розкладання матриці на зважену суму тензорного добутку матриць Паулі.	2
Тема 10.	Класична логіка, вентілі та ланцюги: булева алгебра, логічна еквівалентність, функціональна повнота. Вентілі: NI, I, ABO, I-NI. Ланцюги. Універсальний вентіль I-NI. Вентілі та обчислення.	2
Тема 11.	Класична логіка, вентілі та ланцюги: зворотні обчислення. Кероване NI. Вентіль Тоффолі, Вентіль Фредкіна. Більярдний комп'ютер.	2
Тема 12.	Квантова логіка, вентілі та ланцюги. Операції на одному кубіті: квантовий вентіль X, Y, Z. Вентіль Адамара. Гейти поворота $R_x(\theta)$, $R_y(\theta)$, $R_z(\theta)$. Квантові вентілі S , $S^\dagger$. Квантовий вентіль T та $T^\dagger$. Квантовий вентіль $\sqrt{CNOT}$. Вентілі та унітарні матриці.	2
Тема 13.	Квантова логіка, вентілі та ланцюги. Багатокубітні вентілі: квантовий вентіль $H^{\otimes n}$. Квантовий вентіль SWAP. Квантовий вентіль CNOT/CX. Квантові вентілі CY, CZ. Квантові вентілі $CR_x(\theta)$, $CR_y(\theta)$, $CR_z(\theta)$. Квантовий вентіль CCNOT Тоффолі. Квантовий вентіль CSWAP Фредкіна.	2
Тема 14.	Квантова логіка, вентілі та ланцюги. Підключення схем. Конструювання схем. Будівельні блоки та універсальність: вентіль Тоффолі, копіювання кубіту. Теорема про заборону клонування.	2
Тема 15.	Квантова заплутаність. Не заплутані та заплутані кубіти. Як заплутати кубіти? Заплутування кубітів при допомозі вентіля CNOT. Нерівність Белла: заплутані кубіти в різних базисах. Синглетний стан. Класичне пояснення заплутаності. Вимірювання.	2
Тема 16.	Квантова заплутаність. Ланцюг Белла. Надщільне кодування. Квантова телепортація: класичний варіант та із використанням гейтів X, Y, Z, U. Розкладання Шмідта. Редуковані матриці: основні поняття, призначення.	2
Разом годин:		32

5.3. Лабораторні роботи

№	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
---	---------------------------	----------------------------

Тема 1.	Комплексна математика та фізика одного кубіту. Сфера Блоха. SDK Qiskit – відкрита бібліотека Python для квантових обчислень. Симуляція в Qiskit квантової схеми з різною кількістю вимірювань: 1, 2, 8, 32, 64, 128, 512, 1024, 8192.	4
Тема 2.	Однокубітні гейти. Власні вектора та власні значення матриць однокубітних гейтів. Отримання компонентного виду векторів-станів в Qiskit. Унітарні матриці. Створення квантової схеми для однокубітної системи.	4
Тема 3.	Багатокубітні гейти. Створення квантових ланцюгів. Полусуматор та суматор. Унітарна матриця схеми (оператор еволюції). Отримання кубіту в потрібному стані $ \psi\rangle$ з початкового $ 0\rangle$.	4
Тема 4.	Формування потрібних станів у кубіта. Базиси. Переведення кубіту з будь-якого початкового заданого стану $ \psi\rangle$ в стан $ 0\rangle$. Переведення кубіту з будь-якого початкового заданого стану $ \psi\rangle$ в будь-який кінцевий стан $ \xi\rangle$ при допомозі гейтів повороту. Перехід між базисами.	4
Тема 5.	Заплутані та незаплутані стани. Базис Белла. Факторизація. Надщільне кодування. Створення кубітів в заплутаному стані та використання їх в алгоритмі надщільного кодування. Розкладання незаплутаного стану кубіту на тензорні добутки однокубітних станів.	4
Тема 6.	Квантова телепортація. Синглетний стан. Реалізація алгоритму квантової телепортації в класичному варіанті та із використанням гейтів X, Y, Z, U. Інваріантність синглетного стану щодо однотипних обертань та порівняти з іншими Беллівськими станами. Отримання заплутаних станів для двох кубітів.	4
Тема 7.	Розкладання Шмідта. Матриця густини. Редукована матриця. Знаходження редукованої матриці для потрібних кубітів. Різниця між чистими і заплутаними станами. Інструменти перевірки заплутаності на практиці. Вимірювання ступеня заплутаності.	4
Разом годин:		18

6. Самостійна робота студента

До самостійної роботи студента відноситься, в основному, виконання завдання лабораторних робіт, робота з документацією, а також опрацювання лекційного та додаткового теоретичного матеріалу за наданими лекціями, літературою і інформаційними матеріалами.

№	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість аудиторних годин
Тема 1.	Виправлення помилок при передачі кубіта: трьохкубітовий код, що виправляє класичні помилки та трьохкубітовий код, що виправляє фазові помилки.	10
Тема 2.	9-ти кубітний код Шора. Теорія виправлення квантових помилок. Дискретизація помилок. Моделі незалежних помилок. Вироджені коди. Квантова межа Хеммінга.	10
Тема 3.	Виправлення квантових помилок: побудова квантових кодів. Класичні лінійні коди. Коди Кальдербанка-Шора-Стіна.	10
Тема 4.	Виправлення квантових помилок: симплектичні коди. Формалізм стабілізаторів. Унітарні оператори і формалізм стабілізаторів. Вимірювання в формалізмі стабілізаторів.	10
Тема 5.	Симплектичні коди. Теорема Готтесмана-Нилла. Побудова симплектичних кодів. Стандартна форма симплектичного коду.	10

	Квантові схеми для кодування, декодування і виправлення помилок.	
Тема 6.	Квантові обчислення, стійкі до помилок. Стійкість до помилок, загальна картина. Стійкі до помилок квантові логічні елементи. Стійке до помилок вимірювання. Елементи надійного квантового обчислення.	10
Тема 7.	Квантове перетворення Фур'є: визначення власного числа. Оцінка швидкості роботи і ймовірності помилки.	10
Тема 8.	Квантове перетворення Фур'є: знаходження порядку та факторизація.	10
Тема 9.	Квантове перетворення Фур'є. Знаходження періоду. Дискретний логарифм. Задача про приховану п'яїгрупу.	10
Разом годин:		90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- **Форма організації освітнього процесу, види навчальних занять і оцінювання результатів навчання** регламентуються Положенням про організацію освітнього процесу в Національному технічному університеті України «Київському політехнічному інституті імені Ігоря Сікорського». <https://kpi.ua/regulations>
- **Політика виставлення оцінок:** кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених студентам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу студента. РСО дисципліни складається з двох складових стартової (S) і екзаменаційної (Exam), згідно [Положення про систему оцінювання результатів навчання](#) в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Стартова складова призначена для оцінювання заходів поточного контролю (7 лабораторних робіт + 1 контрольна робота). У випадку, якщо студент не набирає мінімальної кількості балів стартової складової S (30 балів), то до екзамену студент не допускається. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за екзамен, дорівнює 40 балів (екзаменаційна складова E).
- **Відвідування не є обов'язковим.** Якщо студент не може бути присутнім на заняттях, він все одно несе відповідальність за опрацювання теоретичного матеріалу та виконання лабораторних завдань згідно графіку. Всі матеріали доступні студентам в середовищі Moodle платформи дистанційного навчання «Сікорський. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття здійснюється шляхом самостійного виконання завдання і його захисту відповідно до розкладу або до графіку консультацій викладача.
- **Політика академічної поведінки та доброчесності:** конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Всі види завдань студент має виконувати самостійно із використанням рекомендованої літератури й отриманих знань та навичок. Цитування в письмових роботах допускається тільки із відповідним посиланням на авторський текст. Недопустимі підказки і списування у ході захисту лабораторних робіт, на контрольних роботах, на іспиті.
- **Норми академічної етики:** дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами. Повага один до одного дає можливість ефективніше досягати поставлених командних результатів. При виконанні лабораторних робіт студент може користуватися ноутбуками.

Заборонено використовувати свій ноутбук чи телефон для аудіо- чи відеозапису без офіційного дозволу викладача.

- **Дотримання академічної доброчесності студентів й викладачів** регламентується кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

8.1. Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з них 49 балів складає шкала *L* (лабораторні роботи), 11 балів шкала *C* (контрольна робота) та 40 балів шкала *E* (екзамен). Тоді маємо для стартової складової: $S = \sum_{i=1}^7 L_i + C$. Шкала *L* протягом семестру складається з балів, що студент отримує за виконання та захист 7-ми лабораторних робіт. Як оцінюється кожна лабораторна робота дивиться таблицю 1 (в кінці документа).

Шкала *C* складається з балів, які студент отримує за одну контрольну роботу за лекційним матеріалом протягом семестру. Завдання та запитання семестрової контрольної роботи – це тренування студента до запитань та завдань екзаменаційного білету. Дату та час проведення роботи оголошує лектор на початку семестру, відмічає її у журналі та нагадує про проведення роботи на лекційних заняттях.

Контрольна робота проводиться в кінці семестру на одному з останніх лекційних занять (тест в системі Мудл). Якщо студент з якихось поважних причин не зміг бути присутнім на запланованій контрольній роботі, то викладач призначає ще один раз дату проведення контрольної роботи для тих, хто був відсутній. Якщо студент вдруге не зміг бути присутнім на контрольній роботі і отримати оцінку по ній, то він втрачає таку можливість.

8.2. Критерії нарахування балів *L* (виконання та захист всіх семи лабораторних робіт).

8.2.1. Виконання та захист лабораторних робіт (максимальна кількість балів за одну роботу для $L_{1-7}^{\max}=7$, максимальна кількість балів за всі сім лабораторних робіт = $7*7=49$).

1) представлення звіту та відповідних додатків, створених в Jupyter notebook. Звіт та додатки по кожній лабораторній роботі повинні бути завантажені у систему Мудл платформи «Сікорський» у відповідний розділ дисципліни.

2) захист роботи складається із захисту звіту по роботі та із захисту додатків:

а) при захисті звіту виставляються бали, згідно таблиці 1, де:

* Повні відповіді на всі питання по звіту: не менше 90% потрібної інформації (повні, безпомилкові відповіді).

** Часткові відповіді на питання по звіту: достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності.

*** Задовільні відповіді на питання по звіту: неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками).

**** Незадовільні відповіді на всі питання по звіту (або звіту, додатку, контрольної немає): відповідь не відповідає умовам до «задовільні відповіді».

б) при захисті додатків бали виставляються також, згідно таблиці 1, де:

* Повні відповіді на всі питання по додатку: не менше 90% потрібної інформації (повні, безпомилкові відповіді).

** Часткові відповіді на питання по додатку: достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності.

*** Задовільні відповіді на питання по додатку: неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками).

**** Незадовільні відповіді на всі питання по додатку (або звіту, додатку, контрольної немає): відповідь не відповідає умовам до «задовільні відповіді».

8.2.2. За участь у виконанні завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни: від 1 до 5 заохочуваних балів. Кількість заохочуваних балів не може перевищувати 4,9 (10% від шкали L).

8.3. Умовою допуску до екзамену є набір не менше ніж 50% від максимально можливої кількості балів за усі заходи поточного контролю впродовж семестру (від стартової складової S), тобто 30 балів (із 60) по всім видам контролю $\sum_{i=1}^7 L_i + C \geq 30$. Таким чином, якщо впродовж семестру студент набирає більше 30 балів за всі види поточного контролю, то він допускається до екзамену.

При цьому, бали по всім видам контролю отримувати не обов'язково. Для допуску до екзамену достатньо мати 30 балів.

Сума всіх балів $S = \sum_{i=1}^7 L_i + C$ – це стартова складова PCO, яка дає змогу студенту бути допущеним до екзамену.

8.4. Екзаменаційна оцінка складається з оцінки за відповіді на два теоретичних питання та одне практичне завдання за формулою:

$$E = T1 + T2 + P,$$

де P – оцінка з виконання практичного завдання ($P^{\max}=14$), $T1$, $T2$ – оцінки відповідей на перше та друге теоретичні питання відповідно ($T1^{\max}=T2^{\max}=13$).

Підсумкова оцінка формується за результатами оцінювання знань та навичок студента в семестрі та на екзамені за формулою:

$$\text{Total} = S + E.$$

Підсумкова оцінка переводиться до ітогової оцінки за семестр згідно з таблицею:

Таблиця 2.

Total=S+E	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Стартова складова $S < 30$ балів	Не допущено

8.5. Графік здачі лабораторних робіт (рис. 1):

Календар для 1 курсу магістратури на 2025/2026 навчальний рік



Рис. 1. Римськими цифрами позначені тижні для здачі I, II, III ... VII лабораторних робіт відповідно. На виконання та здачу кожної лабораторної роботи відводиться два тижні. На одному тижні студенти виконують відповідну роботу, на другому тижні здають.

Графік здачі лабораторних робіт може змінитися – залежить від розкладу на сторінці <http://roz.kpi.ua/>.

8.6. Заохочувальні та штрафні бали

Якщо певний вид контролю L_i не здається вчасно, то бали за цей вид контролю нараховуються від L_i наступним чином:

- 1) якщо запізнення на два тижні - 2% від відповідного L_i ;
- 2) якщо запізнення від двох до чотирьох тижнів - 3% від відповідного L_i ;
- 3) якщо запізнення від чотирьох до шести тижнів - 4% від відповідного L_i ;
- 4) якщо запізнення від шести до восьми тижнів - 5% від відповідного L_i ;
- 5) якщо запізнення від восьми до десяти тижнів - 6% від відповідного L_i ;
- 6) якщо запізнення від десяти до дванадцяти тижнів - 8% від відповідного L_i ;
- 7) якщо запізнення від дванадцяти до чотирнадцяти тижнів - 10% від відповідного L_i ;
- 8) якщо запізнення більше ніж чотирнадцять тижнів – відповідний вид контролю не зараховується;
- 9) якщо передвчасна здача на два тижні + 2% від відповідного L_i ;
- 10) якщо передвчасна здача від двох до чотирьох тижнів + 3% від відповідного L_i ;
- 11) якщо передвчасна здача від чотирьох до шести тижнів + 4% від відповідного L_i ;
- 12) якщо передвчасна здача від шести до восьми тижнів + 5% від відповідного L_i ;
- 13) якщо передвчасна здача від восьми до десяти тижнів + 6% від відповідного L_i ;
- 14) якщо передвчасна здача від десяти до дванадцяти тижнів + 8% від відповідного L_i ;
- 15) якщо передвчасна здача від дванадцяти до чотирнадцяти тижнів + 10% від відповідного L_i ;

Таблиця 1. Розподіл рейтингових балів при умові вчасного виконання лабораторної роботи

№	Вид контролю	Наявність звіту в системі Мудл R ₁	Наявність додатків в системі Мудл R ₂	Захист додатків (відповідь на питання), бали R ₃				Захист звіту (відповідь на питання) R ₄				Мін. кількість балів для отримання заліку	Макс. кількість балів
				Повні відповіді на всі питання (*)	Часткові відповіді на питання (**)	Задовільні відповіді на питання (***)	Незадовільні відповіді на всі питання (****) або додатків/додатку немає	*	**	***	**** або звіту немає		
1	Лаб. робота №1 (L ₁)	1	Lab11 Lab13a Lab13b Lab13c Lab13d 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₁ ^{min} : 2 (тільки за наявність звіту і додатків)	L ₁ ^{max} : 7
2	Лаб. робота №2 (L ₂)	1	Lab20 Lab21 Lab22 Lab23 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₂ ^{min} : 2	L ₂ ^{max} : 7
3	Лаб. робота №3 (L ₃)	1	Lab31 Lab32 Lab33 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₃ ^{min} : 2	L ₃ ^{max} : 7
4	Лаб. робота №4 (L ₄)	1	Lab41 Lab42 Lab431 Lab432 Lab433 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₄ ^{min} : 2	L ₄ ^{max} : 7
5	Лаб. робота №5 (L ₅)	1	Lab51a Lab516 Lab52a Lab526 Lab53a Lab536 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₅ ^{min} : 2	L ₅ ^{max} : 7
6	Лаб. робота №6 (L ₆)	1	Lab61a Lab616 Lab62 Lab63a Lab636 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₆ ^{min} : 2	L ₆ ^{max} : 7
	Лаб. робота №7 (L ₇)	1	Lab71 Lab73 1 бал за всі додатки	2,5	1,5	0,5	0	2,5	1,5	0,5	0	L ₇ ^{min} : 2	L ₇ ^{max} : 7
	Підсумок з $\sum_{i=1}^7 L_i$											14	49

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц. кафедри ІПІ, к.т.н., доц., Полупан Ю.В.

Ухвалено кафедрою ІПІ (протокол № 16 від 23.06.2025р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 27.06.2025р.)