



# ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1курс 1 семестр
Обсяг дисципліни	На засвоєння дисципліни передбачено 135 год / 4,5 кредити ЄКТС, 36 лек, 36 практ., 63 сам.роб.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, м.к.р.
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекції і практичні заняття проводить: <i>канд. техн. наук, доцент, Кублій Лариса Іванівна</i> <i>kublii_l_i@ukr.net, тел. 063-71-91-231 (+Телеграм), 097-558-27-17</i>
Розміщення курсу	Платформа «Сікорський»

### Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни “Дискретна математика” складено відповідно до освітньо-професійної програми “Цифрові технології в енергетиці” першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 122 - “Комп’ютерні науки”. Навчальна дисципліна належить до циклу загальної підготовки. Статус навчальної дисципліни - обов’язкова.

**Метою** дисципліни є формування у студентів здатності:

- використовувати математичні методи для прийняття ефективних рішень під час розв’язання професійних задач в процесі розробки ІС та ІТ;
- до проектування інформаційних систем (ІС) та інформаційних технологій (ІТ), включаючи формальний опис їх структури та проведення моделювання бізнес-процесів;
- проектувати та розробляти операційні моделі та здійснювати операційні дослідження в процесі аналізу та синтезу інформаційних систем різного призначення;
- до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки;
- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, критичного оцінювання й переосмислювання накопиченого досвіду (власного і чужого).

для аналізу, теоретичного й експериментально дослідження, розробки та використання математичних моделей систем і процесів, математичних методів, системного проектування з застосуванням методів дискретної математики.

**Предмет дисципліни** Дискретна математика - теоретичні основи математики, закони, що діють у сфері дискретних величин, методи синтезу і аналізу дискретних величин для формування кількісних показників на основі теорії множин, комбінаторики та якісного їх аналізу на основі математичної логіки, теорії графів.

**Результати навчання.** В результаті вивчення дисципліни студенти повинні

*Знати* основні поняття, ідеї та методи дискретної математики в обсязі, достатньому для використання математичного апарату в професійній діяльності, а саме:

- способи задання множин, операції над множинами та їхні властивості;
- способи задання відношень, властивості, типи і композиції відношень;
- правила підрахунку кількості елементів у скінченних множинах;
- правила побудови рекурентних співвідношень;
- способи задання і методи мінімізації логічних функцій;
- основні поняття логіки висловлювань і логіки предикатів;
- основні поняття теорії графів і методи розв'язування різних задач на основі використання графів;
- основні типи формальних граматики і скінченних автоматів;
- алгоритми розв'язування типових задач
- Вміти використовувати: основні поняття, ідеї та методи дискретної математики;
- застосовувати сучасні методи дискретної математики для аналізу, синтезу та проектування інформаційних систем різного призначення, а саме:
- виконувати дії над елементами множин;
- використовувати й досліджувати властивості відношень;
- застосовувати метод математичної індукції для доведення математичних тверджень;
- застосовувати елементи комбінаторного аналізу;
- використовувати алгебричний підхід до проектування систем обробки інформації;
- перевіряти повноту систем логічних функцій і подавати логічні формули через функції заданого базису;
- мінімізувати логічні функції;
- будувати виведення в аксіоматичній теорії числення висловлювань і предикатів;
- використовувати графи для моделювання різних об'єктів;
- виконувати операції над графами;
- знаходити оптимальні шляхи на графах, будувати каркасні дерева графів;
- здійснювати обхід дерев;
- виконувати кодування й декодування інформації;
- будувати таблиці й графи переходів і виходів скінченних автоматів;
- аналізувати та вибирати обчислювальні методи розв'язання задач проектування ІС за критеріями мінімізації обчислювальних витрат, стійкості, складності;
- проектувати елементи математичного та лінгвістичного забезпечення обчислювальних систем;
- застосовувати методи й алгоритми дискретної математики при розв'язуванні типових задач дослідження дискретних об'єктів різної природи,
- а також бути підготовленим до розроблення нових математичних методів, ефективних алгоритмів і методів реалізації функцій інформаційних систем і технологій в прикладних галузях, зокрема під час розробки методів і систем штучного інтелекту.

*Набути досвід:*

- розробляти та застосовувати моделі подання знань, стратегії логічного виведення, технологій інженерії знань, технологій і інструментальних засобів побудови інтелектуальних систем;
- застосовувати одержані базові знання з дисципліни, виконувати необхідні розрахунки в професійній діяльності;
- застосовувати ефективні алгоритми для розв'язання професійних завдань;
- аналізувати, теоретично та експериментально досліджувати методи, алгоритми, програми апаратно-програмних комплексів і систем.

*Набути наступні компетентності:*

*Загальні*

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 6);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК 11).

#### *Фахові*

- Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування (ФК 1);
- Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем (ФК 3).

#### *Програмні результати навчання*

Вміти використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації (ПР 2).

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

**Пререквізити дисципліни.** Дисципліна "Дискретна математика" вивчається на основі знань, отриманих у середній загальноосвітній школі.

**Постреквізити дисципліни.** Компетенції, отримані студентами в процесі вивчення цієї дисципліни застосовуються ними при вивченні інших навчальних дисциплін, написанні курсових робіт.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Теорія множин, математична логіка та теорія автоматів

Тема 1.1. Теорія множин та відношень Поняття множини. Множина та її елементи. Способи задання множин. Множини й підмножини. Множина підмножин. Діаграми Венна. Властивості операцій над множинами. Способи доведення властивостей. Метод математичної індукції. Принцип двоїстості. Тотожні перетворення. Рівняння з множинами. Декартів добуток. Потужність множини. Рівнопотужні множини. Відображення. Види відображень. Властивості відображень. Відповідності. Відношення. Бінарні відношення. Властивості відношень. Види відношень між множинами. Відношення еквівалентності. Розбиття множини на класи еквівалентності. Відношення толерантності. Відношення порядку. Відношення строго й нестроого порядку. Лінійний і частковий порядок. Діаграми Хассе. Відношення передпорядку.

Тема 1.2. Алгебри Закони композиції на множині.  $n$ -арні операції, часткові операції. Таблиця Келі. Алгебра, носій алгебри. Часткова алгебра. Підалгебра. Алгебрична структура. Комутативні, асоціативні, дистрибутивні операції. Нейтральний елемент, обернений елемент, нульовий елемент. Групоїд, підгрупа, моноїд, група, абелева група. Кільце, булеве кільце, поле (арифметика). Алгебрична система. Решітка. Модель. Булева алгебра.

Тема 1.3. Комбінаторний аналіз Кількість підмножин множини. Правило суми. Правило добутку. Розміщення. Розміщення з повтореннями. Перестановки. Перестановки з повтореннями. Сполуки. Сполуки з повтореннями. Кількість способів розбиття множини на підмножини. Формула включень і виключень. Рекурентні співвідношення. Числа Фібоначчі, їхнє застосування.

Тема 1.4. Математична логіка. Логіка висловлювань. Логіка предикатів Двозначна логіка. Логічні функції однієї та двох змінних. Залежність між логічними функціями. Теорема про подання логічних функцій  $n$ -змінних суперпозицією логічних функцій двох змінних. Тотожні перетворення. Властивості логічних функцій. Двоїстість формул. Нормальні форми. Проблема розв'язуваності. Алгебра Жегалкіна. Канонічні багаточлени. Класи логічних функцій. Функціональна повнота,

критерій Поста. Мінімізація булевих функцій. Методи Квайна та Блейка. Метод Патрика пошуку мінімальних ДНФ. Графічні методи мінімізації. Карти Карно для функцій 2-х, 3-х та 4-х змінних. Мінімізація частково визначених функцій. Математична логіка. Логіка висловлювань. Закон виключеного третього. Сентенціальні зв'язки. Формули і підстановки. Запис висловлювань через операції алгебри логіки. Логічний наслідок. Правило виводу. Дедуктивний метод. Поняття предиката. Числення предикатів. Правила перейменування.

Тема 1.5. Теорія скінченних автоматів. Логічні елементи та схеми. Скінченні автомати. Таблиці і графи переходів і виходів. Аналіз і синтез логічних схем. Аналіз і синтез скінченних автоматів. Еквівалентні автомати. Мінімізація автоматів. Автомати з магазинною пам'яттю. Машина Тюринга. Лінійно обмежені автомати.

Розділ 2. Теорія графів та формальних граматики.

Тема 2.1. Теорія графів. Дерева Поняття графа. Елементи графа. Орієнтовані, неорієнтовані, змішані графи. Ізоморфізм графів. Способи задання графів множина ребер, фактор-множина, матриця інцидентності, матриця суміжності. Операції над графами. Плоскі й неплоскі графи. Гомеоморфізм графів. Шляхи і ланцюги, контури і цикли елементарні, прості, складні. Компоненти зв'язності графа. Зв'язність графа. Цикломатичне число графа. Матриця досяжності графа, її побудова. Ейлерові цикли. Алгоритм побудови ейлерового циклу. Ейлерові ланцюги. Гамільтонові цикли. Дводольні графи. Алгоритм пошукувшир для розпізнання дводольності графа. Центр, радіус, діаметр графа. Матриця відстаней. Зважені графи. Алгоритм Дейкстри знаходження найкоротшого шляху (ланцюга). Розфарбовування графів. Хроматичне число графа. Поняття дерева, лісу. Властивості дерев. Використання дерев. Кореневі дерева. Бінарні дерева. Каркасне дерево графа, матриця Кірхгофа. Обхід графів: пошук вглиб в простому зв'язному графі пошуквшир в простому зв'язному графі. Каркас зваженого графа, алгоритм Краскала побудови мінімального каркасного дерева. Дерево розбору арифметичного виразу. Інфіксний, префіксний і постфіксний записи арифметичного виразу.

Тема 2.2. Теорія Автоматів, загальна характеристика автоматів. Розпізнавачі. Автомати Мілли та Мура. Автомати з магазинною пам'яттю. Машина Поста та машина Тьюрінга. Універсальна машина Тьюрінга

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### ***Основна література***

1. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика: Підручник. — Харків: Компанія СМІТ, 2016. — 480 с.
2. Кублій Л.І., Ногін М.В. Вибрані розділи дискретної математики. Алгебричні структури. Алгебра логіки. Математична логіка: Навч. Посібник. - К.: НТУУ "КПІ", 2012. - 172 с.
3. Медведєва В.М., Сидоренко Ю.В., Любченко І.М. Основи дискретної математики. К.: НТУУ "КШ", 2000. - 132 с.
4. Гаєвська А. В., В. С. Щирба Практикум з дискретної математики [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / А. В. Гаєвська,; Кам'янець-Подільський держ. ун-т. - Кам'янець-Подільський : [б.в.], 2007. - 208 с. - Бібліогр.: с. 206-207
5. Кузьменко, І. М. Теорія графів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» / І. М. Кузьменко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 71 с

##### ***Додаткова література***

1. Боднарчук, Юрій Вікторович. Основи дискретної математики : навчальний посібник / Ю.В. Боднарчук, Б.В. Олійник ; Національний університет "Кієво-Могилянська академія". - Київ : КМА, 2009. - 159 с.
2. Борисенко, Олексій Андрійович. Дискретна математика : підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.А. Борисенко. - Суми : Університетська книга, 2019. - 254 с.
3. Базилевич, Лідія Євгенівна. Дискретна математика у прикладах і задачах : підручник / Л.Є. Базилевич. - Львів : І.Е. Чижиков, 2013. - 486 с.

4. Бразинська, Світлана Вікторівна. Дискретна математика для інформатиків : навчальний посібник / С.В. Бразинська, Т.М. Дубовик ; за редакцією А.І. Косолапа ; Міністерство освіти і науки України, Державний вищий навчальний заклад "Український державний хіміко-технологічний університет". - Дніпро : ДВНЗ "УДХТУ", 2018. - 150 с.

5. Вербицький, Віктор Ілліч. Дискретна математика : навчальний посібник / В.І. Вербицький, В.М. Колодяжний, О.Ю. Лісіна ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Харків : ХНАДУ, 2018. – 182 Навчальний контент

## **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Лекція 1. Множина та її елементи Поняття множини. Множина та її елементи. Способи задання множин. Множини й підмножини. Множина підмножин. Множина і її задання.

Лекція 2. Операції над множинами. Діаграми Венна. Властивості операцій над множинами. Метод математичної індукції. Принцип двоїстості. Тотожні перетворення. Рівняння з множинами. Властивості операцій над множинами. Способи доведення властивостей. Рівняння з множинами.

Лекція 3. Рівнопотужні множини Декартів добуток. Потужність множини. Потужність множини.

Лекція 4. Функціональні відношення. Види функціональних відношень та їх властивості. Відображення. Види відображень. Властивості відображень. Відповідності. Задання відповідностей.

Лекція 5. Алгебраїчні операції та їх форми запису: infix, prefix, postfix. Властивості алгебраїчних операцій: комутативність, асоціативність, дистрибутивність, одиниця, обернений елемент, операції додавання та множення за модулем. Властивості алгебраїчних структур. Алгебраїчна структура, підструктура, гомоморфізм, ізоморфізм. Півгрупа, моноїд, група, абелева група.

Лекція 6. Основи комбінаторики Кількість підмножин множини. Правило суми. Правило добутку. Розміщення. Розміщення з повтореннями. Перестановки. Перестановки з повтореннями. Сполуки. Сполуки з повтореннями. Комбінаторні формули.

Лекція 7. Комбінаторні задачі Кількість способів розбиття множини на підмножини. Формула включень і виключень. Рекурентні співвідношення. Числа Фібоначчі. Рекурентні співвідношення.

Лекція 8. Логічні функції Двозначна логіка, логічні функції однієї та двох змінних. Залежність між логічними функціями. Теорема про подання логічних функцій  $n$ -змінних суперпозицією логічних функцій двох змінних. Властивості логічних функцій. Двоїстість формул. Нормальні форми. Логічні функції однієї та двох змінних. Нормальні форми.

Лекція 9. Тотожні перетворення. Алгебра Жегалкіна Проблема розв'язуваності. Тотожні перетворення. Алгебра Жегалкіна. Канонічні багаточлени Алгебра Жегалкіна.

Лекція 10. Повнота системи логічних функцій Класи логічних функцій. Замкнутість. Функціональна повнота, критерій Поста. Функціональна повнота

Лекція 11. Мінімізація булевих функцій Скорочені ДНФ. Метод карта Карно. Метод пошуку мінімальних ДНФ Мінімізація булевих функцій.

Лекція 12. Логічні елементи та логічні схеми. Таблиці і графи переходів і виходів. Аналіз і синтез логічних схем. Теорія автоматів. Аналіз і синтез скінченних автоматів Еквівалентні автомати. Мінімізація автоматів. Автомати з магазинною пам'яттю. Машина Тюринга. Лінійно обмежені автомати Аналіз і синтез скінченних автоматів.

Лекція 13. Графи, визначення, властивості, операції над ними Поняття графа. Елементи графа. Орієнтовані, неорієнтовані, змішані графи. Ізоморфізм графів. Способи задання графів множина ребер, фактор-множина, матриця інцидентності, матриця суміжності. Подання графів та операції над ними. Топологія графів. Планарні графи, їх властивості. Хроматичне число графа. Ізоморфізм графів. Маршрути в графах. Шляхи і ланцюги, контури і цикли. Шляхи і ланцюги, контури і цикли елементарні, прості, складні. Мости, точки з'єднання.

Лекція 14. Компоненти зв'язності графа. Зв'язність графа. Плоскі й неплоскі графи. Гомеоморфізм графів Цикломатичне число графа. Матриця досяжності графа, її побудова. Ейлерові цикли. Алгоритм побудови ейлерового циклу. Ейлерові ланцюги.

Лекція 15. Гамільтонові цикли. Дводольні графи. Алгоритм пошуку вшир для розпізнання дводольності графа. Обходи графів. Розфарбовування графів. Хроматичне число графа. Древа в теорії графів. Основні властивості дерев, ліс. Формула Келі. Побудова та використання коду Прюфера.

Лекція 16. Базові алгоритми на графах та їх використання в задачах енергетики. Алгоритм обходу графа в ширину. Алгоритм обходу графа в глибину. Алгоритм Дейкстри та його використання.

Лекція 17. Теорія Автоматів, загальна характеристика автоматів. Розпізнавачі. Автомати Мілли та Мура. Автомати без магазинної пам'яті. Аналіз та синтез автоматів. Мінімізація автоматів.

Лекція 18. Автомати з магазинною пам'яттю. Машина Поста та машина Тьюрінга. Універсальна машина Тьюрінга

Практикуми йдуть послідовно за лекціями та відповідають їм за змістом. Кожен з практикумів відповідає певній з лекцій.

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студента (63 години) передбачає підготовку до аудиторних занять та контрольних заходів.

**Розподіл годин самостійної роботи студента:** підготовка до екзамену – 30 год.; підготовка до лекцій - 9 годин (0,5 год. на кожену лекцію); підготовка до практичних занять: 13,5 год. (0.75 год. на кожену аудиторну академічну годину практичного заняття); підготовка до МКР – 4 год.; опанування додаткової літератури – 6,5 год.

### **Теми для самостійної роботи студента.**

Заняття 1. Операції над множинами Множина та її елементи. Множина та підмножини. Множина підмножин. Способи задання множин. Діаграми Венна. Властивості операцій над множинами. Принцип двоїстості. Методи доведень. Тотожні перетворення. Метод математичної індукції

Заняття 2. Рівняння з множинами. Потужність множини. Рівняння з множинами. Застосування діаграм Венна для розв'язування рівнянь з множинами. Добуток множин. Потужність множини.

Заняття 3. Відображення. Бінарні відношення Відображення. Види відображень. Бінарні відношення, області визначення та області значень. Перетин відношень. Матриця та граф відношень. Композиція відношень. Загальні властивості відношень.

Заняття 4. Відношення еквівалентності й порядку Відношення еквівалентності. Класи еквівалентності. Відношення порядку. Квазіпорядок. Відношення строгого порядку. Діаграми Хассе.

Заняття 5. Алгебри Закони композиції. Композиція об'єктів. Таблиця Келі. Закони композиції на множині. Алгебричні системи.

Заняття 6. Основи комбінаторики Задачі на застосування правил комбінаторики. Рекурентні співвідношення.

Заняття 7. Логічні функції. Нормальні форми Логічні функції однієї та двох змінних. Залежність між логічними функціями. Властивості логічних функцій. Двоїстість формул. Нормальні форми.

Заняття 8. Тотожні перетворення. Алгебра Жегалкіна Перетворення нормальних форм. Канонічні багаточлени. Методи побудови поліномів Жегалкіна. Лінійні логічні функції.

Заняття 9. Повнота системи функцій Функції, які зберігають 0 і 1. Самодвоїсті логічні функції. Монотонність логічних функцій. Функціональна повнота. Критерій Поста.

Заняття 10. Мінімізація булевих функцій Методи Квайна та Блейка пошуку СДНФ. Таблиця Квайна та метод Петрика пошуку мінімальних ДНФ. Графічні методи мінімізації. Карти Карно. Частково визначені функції.

Заняття 11. Логіка висловлювань. Числення предикатів Закони логіки висловлювань. Рівносильність. Логічний наслідок. Правила виводу. Дедуктивний метод. Доведення логічного наслідку. Предикати.

Заняття 12. Задання графів Поняття графа, вершини, ребра. Задання графів. Типи графів, їхні властивості. Повний та доповнючий граф. Частини та підграфи. Ізоморфізм графів. Операції над графами.

Заняття 13. Зв'язність графа Орієнтовані графи. Шляхи і ланцюги, контури і цикли. Зв'язність графа. Віддаль у графах. Інваріанти графів. Ейлерові графи. Гамільтонові цикли. Двродольні графи.

Заняття 14. Дерева Дерева, основні властивості дерев та параметри. Обходи графів. Теорема Кірхгофа. Алгоритм пошуку вглиб та вшир. Оцінка обчислювальної складності алгоритмів.

Заняття 15. Основи теорії кодування Алфавітне й рівномірне кодування. Достатні умови однозначності декодування. Оптимальне кодування. Коди, стійкі до перешкод. Коди Хеммінга. Кодування Хаффмана.

Заняття 16. Мови і граматики Мови і граматики: формальні граматики, їхні властивості, операції над мовами, семантика формальних мов. Задання мов за допомогою граматик.

Заняття 17. Скінченні автомати Основні визначення: вхідний та вихідний алфавіти, множина станів. Подання автоматів: таблиці переходів та виходів, автоматна таблиця, граф переходів, матриця переходів.

Заняття 18. Аналіз і синтез скінчених автоматів Аналіз скінчених автоматів. Синтез скінчених автоматів. Еквівалентні автомати. Мінімізація автоматів.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітньої компоненти)

Політика навчальної дисципліни направлена на стимулювання студентів до вивчення освітньої компоненти.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають домашні роботи у відповідні терміни (на кожную роботу відводиться 1 тиждень для здачі),
- складають одну модульну контрольну роботи (може бути у вигляді тестів),
- по закінченні навчального процесу складають екзамен.

В разі пропущення занять викладач надає можливість студенту виконати практичні завдання.

В разі не своєчасного виконання завдання (deadline) студент отримує 50 % від максимальної оцінки за відповідне завдання.

### 8. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою, де максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

2. При нарахуванні балів за окремими видами робіт рейтинг студента складається з балів, які він отримав за:

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) написання модульної контрольної роботи (МКР);
- 2) складання екзамену.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1). Робота на практичних заняттях

Оцінюється робота студента на 18 практичних заняттях, передбачених робочою програмою, враховуючи одну модульну контрольну роботи. Протягом семестру студенту бажано відповідати кілька разів. Максимальний ваговий бал за розв'язані домашні роботи 2 бали, за модульну контрольну роботу – 14.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює  $R_{пз} = 2 \text{ б.} \times 18 = 36 \text{ балів}$ .

**Критерії нарахування балів на практичних заняттях :**

- студент повністю розкрив питання або розв'язав задачу — 2 бали;
- студент розкрив питання або правильно розв'язав задачу, але при її розв'язанні було допущено деякі неточності — 1,5 бали;
- студент неповністю розкрив питання, допустив окремі помилки — 1 бал;
- студент не розкрив питання — 0 балів;

**Критерії нарахування балів за модульну контрольну роботу (МКР):**

- студент правильно розв'язав усі задачі  $R_{мкр} = 14 \text{ балів}$ ;

— студент повністю розв’язав усі задачі задачу, але при розв’язанні 1-2 задач було допущено деякі неточності — 10-12 балів;

— студент не розв’язав чи неправильно розв’язав 1-3 задачі і може при цьому допустив деякі неточності — 7-9 балів;

— студент правильно розв’язав лише 2-3 задачі — 4-6 балів;

студент правильно зробив лише 1 задачу — 3 бали.

студент правильно не зробив жодної задачі — 1 бал.

В цілому на модульній контрольній роботі завдання містить 7 задач кожна з яких передбачає знання теоретичного матеріалу та вміння його використовувати.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 2 бали  $\times 18 + 14$  балів  $\times 1 = 50$  балів. Отже,  **$R_{пз} + R_{мкр} = 50$  балів.**

Умови допуску до екзамену наступні - виконання всіх домашніх завдань практичних робіт та написання МКР, **мінімальна кількість набраних балів – 30 (60%).**

2). Складання екзамену

Екзаменаційний білет містить 5 питань: 2 теоретичних і 3 практичних, кожне з яких має максимальний бал 10.

Максимальна кількість балів за складання екзамену дорівнює  **$Рекз = 10 \text{ б.} * 5 = 50$  балів.**

Також, за згоди студента, екзаменаційна оцінка може бути виставлена автоматично, на основі подвоєної успішності за семестр. У цьому разі  **$Рекз = R_{пз} + R_{мкр}$**

**Критерії нарахування балів за екзамен:**

— завдання виконано повністю і правильно протягом відведеного часу — 10 балів;

— завдання виконано повністю протягом відведеного часу, але має несуттєві неточності — 8-9 балів;

— завдання виконано більше, ніж наполовину протягом відведеного часу — 6-7 балів;

— завдання виконано наполовину протягом відведеного часу — 5 балів;

— завдання виконано менш ніж наполовину, але використано правильний підхід до розкриття його суті — по 2-4 бали;

— завдання має суттєві неточності або невиконане протягом відведеного часу — 0 балів.

Умови позитивного допуску до складання проміжного контролю

Для отримання “зараховано” з першого проміжного контролю студент повинен набрати не менше 8 балів.

Для отримання “зараховано” з другого проміжного контролю студент повинен мати не менше ніж 14 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$R = R_{пз} + R_{мкр} + Рекз = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру переводиться в оцінку згідно з таблицею.

R	$R_{пз} + R_{мкр} < 30$	30...59	60...64	65...74	75...84	85...94	95...100
Оцінка	не допущений	незадовільно	достатньо	задовільно	добре	дуже добре	відмінно

**Робочу навчальну програму (Силабус) навчальної дисципліни:**

**Складено** доц. к.т.н., доц. Кублій Ларисою Іванівною

**Ухвалено** кафедрою ЦТЕ (протокол № 20 від 10.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 26.05.2023 р.)