



ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський ОПП)
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G3 «Електрична інженерія»
Освітня програма	Управління, захист та автоматизація енергосистем
Статус дисципліни	Вибіркові освітні компоненти з міжфакультетського/факультетського/кафедрального Ф-каталогів
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс / весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредитів ECTS (30 год. лекцій, 14 год. практичних занять, 76 год. СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 год.) 1 раз на тиждень; 1 практичне заняття (2 год.) 1 раз на 2 тижня;
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Лавренова Дарина Леонідівна, d.lavrenova@kpi.ua , uran@fea.kpi.ua Практичні: к.т.н., Лавренова Дарина Леонідівна, d.lavrenova@kpi.ua , uran@fea.kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компоненту «Інформаційно-керуючі системи та засоби збереження інформації в електроенергетиці» складена відповідно до освітньо-професійної (ОПП) програми підготовки магістрів з галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», за освітньою програмою магістерської підготовки (спеціалізацією) «Управління, захист та автоматизація енергосистем».

Метою навчальної дисципліни є підготувати майбутніх магістрів до вирішення завдань з побудови та експлуатації інформаційно-керуючих систем для електроенергетичних об'єктів.

Предмет навчальної дисципліни – основні принципи побудови та особливості функціонування інформаційно-керуючих систем в електроенергетиці.

Програмні компетентності.

Загальні компетентності:

ЗК01 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК07. Здатність виявляти та оцінювати ризики.

Фахові компетентності:

ФК01. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки.

ФК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК11. Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних об'єктів та систем.

ФК18. Здатність розуміти принципи та особливості функціонування засобів передачі інформації в електроенергетиці та виконувати розрахунки параметрів їх налаштування.

ФК20. Здатність розуміти принципи організації та особливості функціонування інформаційноуправляючих систем та засобів збереження інформації в електроенергетиці.

Програмні результати навчання:

ПРН02. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПРН04. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

ПРН20. Виявляти основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

ПРН22. Знати і розуміти принципи та особливості функціонування засобів передачі інформації в електроенергетиці, розуміти методики розрахунку параметрів їх налаштування, вміти обирати засоби передачі інформації в електроенергетиці шляхом визначення оптимальних параметрів їх налаштувань.

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

Для успішного засвоєння дисципліни «Інформаційно-управляючі системи в електроенергетиці» студент повинен мати компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисциплін «Основи і засоби передачі інформації в електроенергетиці», «Мікропроцесорна техніка», «Автоматика електричних систем», «Вища математика», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Електричні мережі і системи».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Інформаційно-керуючі системи.

Основні поняття про системи керування. Основні типи архітектури АСК. Системи SCADA. Архітектура систем SCADA. Основні характеристики систем SCADA. Методи підвищення надійності систем SCADA.

Розділ 2. Контроль та діагностика ІКС.

Основні поняття діагностики. Методи побудови алгоритмів діагностики. Основні поняття контролю. Достовірність процедури контролю. Методи корекції уставок. Адитивна корекція уставок. Мультиплікативна корекція уставок. Контроль відносних величин. Адаптивні алгоритми корекції уставок.

Розділ 3. Промислові мережі.

Загальні поняття. Основні характеристики промислової мережі. Стандарти промислових мереж. Протоколи, застосовувані для електроенергетичних об'єктів. Протокол ModBus. Протокол Ethernet.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Дистанційний курс «Інформаційно-управляючі системи в електроенергетиці», розміщений на платформі дистанційного навчання "Сікорський" – режим доступу: <https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=4202>.
2. Лавренова, Д. Л. Інформаційно-управляючі системи та засоби збереження інформації в електроенергетиці. Практикум (для студентів всіх форм навчання) [Електронний ресурс]: навчальний посібник студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» ОПП «Управління, захист та автоматизація енергосистем» та ОНП «Електроенергетика та електромеханіка» / Д. Л. Лавренова. – КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 50 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66989>
3. Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. / Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 219с.
4. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі: підручник / Є. В. Буров. – Львів: Магнолія 2006. – 262 с.

Додаткова література:

5. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. – [Чинний]. – К.: Держспоживстандарт України, 1995. – 28 с. – (Державний стандарт України).
6. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. ДСТУ 3004-95 – [Чинний]. – К.: Держспоживстандарт України, 1996. – 260 с. – (Державний стандарт України).
7. Володарський Є.Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. / Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 219с.
8. Основи теорії мереж передачі та розподілу даних: Навч. посіб. / І.А. Жуков, М.А. Виноградов, В.І. Дрововозов, Н.Ф. Халімон. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 272 с.
9. Захарченко С.М. Комп'ютерні мережі. / Т.І. Коробейнікова, С.М. Захарченко – Львів: Львівська політехніка 2022. – 228 с.
10. Пупена О. М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI.: Навч.посіб. / О. М. Пупена – К.: Видавництво Ліра-К, 2020. – 594 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення дисципліни направлене на підготовку студентів до вирішення завдань з побудови та експлуатації інформаційно-керуючих систем для електроенергетичних об'єктів. Тому головна увага має приділятися набуттю студентами вміння вибудовувати структури ІКС, розробляти математичне забезпечення мікропроцесорних пристроїв ІКС, вміти застосовувати протоколи промислових мереж.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Тема 1.1. Основні поняття про системи керування. <u>Основні питання:</u> визначення; класифікація; поняття інтерфейс. Тема 1.2. Основні типи архітектури АСК. <u>Основні питання:</u> централізована, розосереджена, гнучка. Тема 1.3. Системи SCADA. <u>Основні питання:</u> визначення; загальна структура систем SCADA. <u>Література:</u> [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
2	Тема 1.3. Системи SCADA. <u>Основні питання:</u> завдання систем SCADA; особливості та вимоги до систем SCADA. Тема 1.4. Архітектура систем SCADA. <u>Основні питання:</u> ієрархічна структура, узагальнена трирівнева архітектура. Тема 1.5. Основні характеристики систем SCADA. <u>Основні питання:</u> технічні характеристики вартісні характеристики, експлуатаційні характеристики; етапи розробки систем SCADA. <u>Література:</u> [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
3	Тема 1.5. Методи підвищення надійності систем SCADA. <u>Основні питання:</u> архітектура клієнт-сервер; резервування серверів, мережі, зв'язку з контролерами, резервування на рівні завдань. <u>Література:</u> [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
4	Тема 2.1. Основні поняття діагностики. <u>Основні питання:</u> визначення; побудова структурної схеми; побудова матриці станів та матриці несправностей. Тема 2.2. Методи побудови алгоритмів діагностики. <u>Основні питання:</u> визначення; побудова структурної схеми; побудова матриці станів та матриці несправностей. метод половинного розбиття; метод імовірність-час, інформаційний метод; інженерний метод. <u>Література:</u> [1, 2, 3, 5, 6, 7] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
5	Тема 2.3. Достовірність процедури контролю. <u>Основні питання:</u> поняття достовірності контролю; оцінювання достовірності контролю; зменшення достовірності контролю за наявності адитивних та мультиплікативних похибок. <u>Література:</u> [1, 2, 3, 5, 6, 7] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
6	Тема 2.4. Методи корекції уставок. <u>Основні питання:</u> класифікація методів корекції уставок; оцінювання ефективності алгоритму корекції уставок. <u>Література:</u> [1, 2, 3, 5, 6, 7] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
7	Тема 2.5. Адитивна корекція уставок. <u>Основні питання:</u> алгоритм адитивної корекції уставок; вибір опорного значення за адитивної корекції уставок.

	Література: [1, 2, 3, 5, 6, 7] Тема 2.6. Мультиплікативна корекція уставок. <u>Основні питання:</u> алгоритм мультиплікативної корекції уставок; вибір опорного значення за мультиплікативної корекції уставок. Література: [1, 2, 3, 5, 6, 7] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
8	Тема 2.7. Контроль відносних величин. <u>Основні питання:</u> основні поняття та вирішальне правило контролю відносних величин; логометричне перетворення. Тема 2.8. Адаптивні алгоритми корекції уставок. <u>Основні питання:</u> оцінка контрольованої величини; кількість ітерацій адаптивного алгоритму корекції уставок. Література: [1, 2, 3, 5, 6, 7] Тема 2.8. Адаптивні алгоритми корекції уставок. <u>Основні питання:</u> адаптивний алгоритм корекції уставок з ітерацією до вхідної величини; адаптивний алгоритм корекції уставок з ітерацією до вихідної величини. Література: [1, 2, 3, 5, 6, 7] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
9	Тема 3.1. Загальні поняття промислових мереж. <u>Основні питання:</u> визначення, особливості інформаційної мережі промислової автоматики, вимоги до промислової мережі. Тема 3.2. Основні характеристики промислової мережі. <u>Основні питання:</u> архітектура клієнт-сервер; топологія мережі; повнота інформаційного обслуговування. Література: [1, 4, 8, 9, 10] Тема 3.3. Стандарти промислових мереж. <u>Основні питання:</u> типи протоколів та характеристики протоколів. Тема 3.4. Протоколи, застосовувані для електроенергетичних об'єктів. <u>Основні питання:</u> мережева модель підстанції за стандартом IEC 61850. Література: [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
10	Тема 3.5. Протокол ModBus. <u>Основні питання:</u> основні параметри; фізичний рівень OSI протоколу ModBus: специфікація скрученої пари. Література: [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
11	Тема 3.5. Протокол ModBus. <u>Основні питання:</u> основні параметри; фізичний рівень OSI протоколу ModBus: структура мережі під керівництвом протоколу ModBus. Література: [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
12	Тема 3.5. Протокол ModBus. <u>Основні питання:</u> рівень ланки даних OSI протоколу ModBus; мережа за протоколом ModBus; Протокол Modbus TCP. Література: [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
13	Тема 3.6. Протокол Ethernet. <u>Основні питання:</u> історія появи; основні параметри; фізичний рівень OSI протоколу Ethernet. Література: [1, 4, 8, 9, 10]

	Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
14	Тема 3.6. Протокол Ethernet. <u>Основні питання</u> : рівень ланки даних OSI протоколу Ethernet. <u>Література</u> : [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202
15	Тема 3.6. Протокол Ethernet. <u>Основні питання</u> : Підрівні керування та передавання даних протоколу Ethernet; продуктивність мережі Ethernet. <u>Література</u> : [1, 4, 8, 9, 10] Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4202

* Допоміжні матеріали до лекційних, практичних та лабораторних занять доступні для завантаження виключно здобувачам, які зареєстровані на дистанційний курс «Інформаційно-керуючі системи в електроенергетиці» на Платформі дистанційного навчання «Сікорський» [1].

Практичні заняття

Мета циклу практичних занять – закріпити теоретичні знання на практиці та навчитися застосовувати методи побудови алгоритмів діагностики та корекції уставок.

№ з/п	Перелік практичних занять	Кількість ауд. год.
1	Побудова алгоритму діагностики методом половинного розбиття. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику побудови алгоритму діагностики за допомогою половинного розбиття структурної схеми. Побудова алгоритму діагностики методом імовірність-час. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику побудови алгоритму діагностики за наявності додаткової інформації про імовірність відмов окремих компонентів та часу пошуку несправності. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
2	Побудова алгоритму діагностики інженерним методом. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику побудови алгоритмів діагностики на основі функціональної схеми та матриці несправностей. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
3	Застосування алгоритму адитивної корекції уставок. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику корекції уставок за переважної адитивної похибки та визначення ефективності такої корекції. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
4	Застосування алгоритму мультиплікативної корекції уставок. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику корекції уставок за переважної мультиплікативної похибки та визначення ефективності такої корекції. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
5	Застосування адаптивного алгоритму корекції уставок. <u>Мета роботи:</u> на практиці закріпити методику корекції уставок відносних величин та визначення збіжності адаптивного алгоритму корекції. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
6	Протоколи TCP/IP. <u>Мета роботи:</u> ознайомитися із структурою та складовими протокольного стеку TCP/IP. Допоміжні матеріали*: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3323	2
7	МКР	2
	ЗАГАЛОМ	14

* Допоміжні матеріали до лекційних, практичних та лабораторних занять доступні для завантаження виключно здобувачам, які зареєстровані на дистанційний курс «Інформаційно-керуючі системи в електроенергетиці» на Платформі дистанційного навчання «Сікорський» [1].

На практичних заняттях студенти мають виконувати індивідуальні завдання за наступними темами:

- Побудова алгоритму діагностики методом половинного розбиття.
- Побудова алгоритму діагностики методом імовірність-час.
- Побудова алгоритму діагностики інженерним методом.
- Застосування алгоритму адитивної / мультиплікативної корекції уставок.
- Застосування адаптивного алгоритму корекції уставок.
- Протоколи TCP/IP.

Лабораторні роботи.

Лабораторні роботи не передбачені.

Модульна контрольна робота (МКР)

Метою МКР є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок побудови алгоритмів діагностики та застосування алгоритмів корекції уставок.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає у

- виконанні практичних індивідуальних завдань (рекомендовано по 8 години на підготовку та виконання кожного завдання),
- підготовці до модульної контрольної роботи (рекомендовано 10 годин на підготовку),
- підготовці до заліку (рекомендовано 10 годин на підготовку).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

Правила відвідування занять.

Заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни, бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.

Правила поведінки на заняттях.

Студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Під час виконання модульної контрольної роботи дозволяється користуватися джерелами інформації у паперовому чи електронному вигляді, але забороняється консультуватися зі сторонніми особами. За несамотійне виконання завдання (після консультації із іншими особами чи колективної наради) всі студенти отримують штрафні бали відповідно РСО дисципліни.

Під час заліку заборонено користуватися будь-якими джерелами інформації та консультуватися/радитися зі сторонніми особами.

Політика дедлайнів та перескладань.

Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено. У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного проходження модульної контрольної роботи, йому надається можливість дистанційно виконати роботу протягом тижня після його появи на заняттях.

Політика щодо академічної доброчесності.

Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>) встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Інформаційно-управляючі системи в електроенергетиці».

При використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Штрафні та заохочувальні бали

Вид завдання	Кількість балів
несамостійне виконання завдання МКР	- 1 бал за кожну «колективну нараду»
відвідування всіх занять	+ 3 бали

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

Поточний контроль: проводиться за результатами роботи студента на лабораторних заняттях та виконання індивідуальних завдань на практичних заняттях.

Вид завдання	%	Ваговий бал	Кількість	Загальний бал
Практичне завдання	60	10	6	60
Виконання МКР	40	40	1	40
Всього				100

Критерії оцінювання практичних завдань:

- повний розв'язок задачі – 10 балів;
- розв'язок не повний, або є незначні помилки у розв'язку – 8,0...9,9 балів;
- розв'язок не повний, є незначні помилки у розв'язку – 5,0...7,9 балів;
- розв'язок не повний, є значні помилки у розв'язку – 2,0...4,9 балів;
- відсутність розв'язку – 0 балів.

Критерії оцінювання МКР:

МКР складається з 2 теоретичних запитань (максимально по 10 балів за кожну вірну відповідь) та 2 практичних задач (максимально по 20 балів за кожну вірну відповідь).

Критерії оцінювання теоретичного запитання:

- повна відповідь на запитання – 9,5...10,0 балів;
- неповна відповідь на запитання – 8,5...9,4 балів;
- неповна відповідь на запитання або наявні значні помилки у відповіді – 7,5...8,4 балів;
- неповна відповідь на запитання та наявні значні помилки у відповіді – 6,0...7,4 балів;
- відповідь незадовільна – 1,0...5,9 балів;
- відповідь відсутня – 0 балів.

Критерії оцінювання практичних завдань:

- розв'язок повний – 18,5...20,0 балів;
- розв'язок не повний, або є незначні помилки у розв'язку – 16,5...18,4 балів;
- розв'язок не повний, є незначні помилки у розв'язку – 14,5...16,4 балів;
- розв'язок не повний, є значні помилки у розв'язку – 12,5...14,4 балів;
- відповідь із помилкою, є значні помилки у розв'язку – 12,0...12,4 балів;
- відсутність розв'язку – 0 балів.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр (атестація) як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Проміжна атестація	Мінімальний бал для отримання позитивної атестайії	Максимальний можливий бал за виконання всіх вимог силабусу
I	18	30
II	36	60

Семестровий контроль: залік

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менший за 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову роботу. При цьому всі попередньо набрані бали скасовуються і остаточною рейтинговою оцінкою визнається оцінка за залікову роботу

(жорстка РСО). Залікова робота складається з 4 теоретичних запитання (максимально по 12,5 балів) та 4 практичних задач (максимально по 12,5 балів).

Критерії оцінювання кожного теоретичного запитання:

- повна відповідь на запитання – 10,0...12,5 балів;
- неповна відповідь на запитання – 7,0...9,9 балів;
- неповна відповідь на запитання, або наявні значні помилки у відповіді – 5,0...6,9 балів;
- відповідь незадовільна – 3,0...4,9 балів;
- відповідь відсутня – 0 балів.

Критерії оцінювання кожної практичної задачі:

- розв'язок повний – 10,0...12,5 балів;
- розв'язок не повний, або є незначні помилки у розв'язку – 7,0...9,9 балів;
- розв'язок не повний, є незначні помилки у розв'язку – 5,0...6,9 балів;
- розв'язок не повний, є значні помилки у розв'язку – 3,0...4,9 балів;
- відсутність розв'язку – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Умови допуску до семестрового контролю: виконання та захист 7 лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 45 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № 7-177 від 01.10.2020 «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри АЕ, к.т.н., Лавреновою Дариною Леонідівною

Ухвалено кафедрою АЕ (протокол № 14 від 10.06.2025р.)

Погоджено навчально-методичною комісією ФЕА (протокол № 6 від 27.06.2025р.)