Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра автоматизації
енергосистем ФЕА

Основи графових алгоритмів для електроенерготехніки

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалавр)***
Галузь знань	*14 «Електрична інженерія»*
Спеціальність	*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
Освітня програма	*Управління, захист та автоматизація енергосистем*
Статус дисципліни	*Вибіркові. Цикл професійної підготовки*
Форма навчання	*Очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*IV курс, осінній семестр*
Обсяг дисципліни	*120 годин/ 4 кредити ECTS/ (36 годин лекцій, 36 годин лабораторних робіт)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік / МКР / захист лабораторних робіт*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua/* *1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень;* *1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на тиждень.*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *к.т.н. Нестерко Артем Борисович* Лабораторний практикум: *к.т.н. Нестерко Артем Борисович*
Розміщення курсу	*Google Classroom* *https://classroom.google.com/c/MzIwMjE3MTA0NzI0?cjc=hg2eyed*

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус освітнього компоненту «Основи графових алгоритмів для електроенерготехніки» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни *є розширення у студентів наступних компетентностей: (К02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (К05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (К06) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (К08) Здатність працювати автономно; (К12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (К13) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг; (К19) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (К22) Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії; (К28) Здатність розробляти алгоритми вирішення задач керування роботою електроенергетичної системи, виконувати загальні інженерні розрахунки із застосуванням сучасного програмного забезпечення.*

Предмет навчальної дисципліни *– принципи побудови сучасних методичних рішень, алгоритмічних та програмних реалізацій для головних електроенергетичних задач (моделювання складних електроенергетичних систем, розрахунки усталених режимів, оптимізація конфігурації електричних мереж, оптимізація розподілу реактивних потужностей, балансування та оцінка стану електромереж тощо) в системах диспетчерського (технологічного) керування в напрямку промислової реалізації функціонального програмного забезпечення.*

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна: *(ПР01) Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР05) Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності; (ПР07) Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах; (ПР09) Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (ПР18) Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням; (ПР19) Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні; (ПР24) Вміти розробляти алгоритми вирішення задач в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням математичного апарату та сучасного програмного забезпечення; (ПР26) Здійснювати проектну роботу в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням сучасних спеціалізованих програмних комплексів з метою виконання інженерних розрахунків із дотриманням вимог чинних нормативних документів та виконувати відповідне техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.*

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні мережі та системи», «Обчислювальна техніка та програмування», «Обчислювальні методи та алгоритмізація», «Математичні задачі енергетики». Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для вивчення дисципліни «Сучасні методи алгоритмізації електроенергетичних задач» та подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

*Дисципліну структурно розподілено на **6 розділів**, а саме:*

1. ***Вступ. Основні поняття курсу***
   Тема 1.1. *Розрахунок усталеного режиму. Промислова спрямованість.*
   Тема 1.2. *Головні методичні орієнтації.*
   Тема 1.3. *Задачі аналізу та управління режимами (фіксація модулів напруг, балансування та оцінка стану електричних мереж, оптимізація режимів, системні розрахунки т.к.з.*
2. ***Моделі мережевих графів***
   Тема 2.1. *Взаємозв'язок мережевих графів та структурно-симетричних матриць.*
   Тема 2.2. *Базова термінологія щодо графів та матриць.*
   Тема 2.3. *Комп'ютерні моделі графів (вихідна ISM, індексна INM, індексно-циркулярна ICM). Оцінка ефективності.*

Тема 2.4. *Приклади алгоритмів та програм розв'язання трикутних систем лінійних рівнянь СЛУ.*

3. ***Алгоритмізація та програмування розв'язання СЛР оптимізованими методами факторизації***
   Тема 3.1. *Загальний метод трикутної факторизації матриць (розв'язання СЛР).*
   Тема 3.2. *Загальний метод подвійної факторизації матриць (розв'язання СЛР).*
   Тема 3.3. *Проблема нових заповнень в алгоритмах факторизації.*
   Тема 3.4. *Графічна інтерпретація подвійної факторизації.*
   Тема 3.5. *Алгоритм квазіоптимального упорядкування номерів графу за локальними конфігураційними критеріями. Формальна редакція алгоритмів факторизації.*
4. ***Алгоритмізація та програмування розв'язання СЛР для розімкнених графів***
   Тема 4.1. *Адаптація загального методу подвійної факторизації.*
   Тема 4.2. *Алгоритм розв'язання СЛР для матриці вузлових провідностей Y. Аналіз фізичного смислу алгоритму.*
   Тема 4.3. *Варіанти розрахунку режиму розімкнених електричних мереж.*
   Тема 4.4. *Спеціальна конфігураційна модель розімкненого графу електричної мережі.*
   Тема 4.5. *Стандартна процедура TOK_US розрахунку струморозподілу та режиму напруг в розімкненій мережі.*
5. ***Стандартні процедури формування моделей матриць параметрів електричних мереж***
   Тема 5.1. *Алгоритм формування матриці вузлових провідностей YS.*
   Тема 5.2. *Алгоритм формування матриці опорів ZS.*
   Тема 5.3. *Алгоритм формування матриці контурних опорів ZK.*
   Тема 5.4. *Алгоритм формування індексно-циркулярної моделі.*
   Тема 5.5. *Алгоритм автоматичного розрізання контурів.*
6. ***Методи Z-режим. Учбово-програмна реалізація розрахунку режимів***
   Тема 6.1. *Розрахунок матриці Y в промислових схемах електричних мереж.*
   Тема 6.2. *Метод Z-режим (контурний варіант).*
   Тема 6.3. *Метод Z-режим (вузловий варіант).*
   Тема 6.4. *Метод ітерування базисних потужностей.*

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. *Алгоритми і структури даних : посібник / Н. Б. Шаховська, Роман Олегович Голощук ; За заг. ред. В.В. Пасічник . — Львів : Магнолія-2006, 2011 . — 214 с. — ISBN 978-966-202-595-8 .*
2. *Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / О.В. Кирилленко, М,С. Сегеда, О.Ф. Буткевич, Т.А. Мазур; Львів – Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 608 с.*
3. *Музичак А.З. Алгоритмізація задач електропостачання: конспект лекцій / А.З.Музичак – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2015. – 86 с.*
4. *Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач. Моделі, методи, алгоритми і програми для промислових комп'ютерних комплексів [Електронне видання]: навч. посіб. / Д. Б. Банін, М. Д. Банін, А. В. Гнатовський. – К.: НТУУ "КПІ", 2016. – 104 с.*
5. *Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О.В. Хоменко; НТУУ «КПІ». – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с.*

Додаткові:

6. *Основи графових алгоритмів для електроенерготехніки: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра, які навчаються за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньою програмою «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д. Б. Банін, М. Д. Банін, А. Б.Нестерко, Г.*

О.Труніна. – Електронні текстові данні (1 файл: 2,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 68 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48537

7. *Основи графових алгоритмів для електроенерготехніки: збірник задач до виконання модульної контрольної роботи [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Д.Б. Банін, М.Д. Банін, А.Б.Нестерко, Г.О.Труніна. - Електронні текстові данні (1 файл: 1,33 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 22 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51432*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	Розділ 1. Вступ. Основні поняття курсу.
1.	***Тема 1.1.*** *Розрахунок усталеного режиму. Промислова спрямованість.* *Основні питання. Огляд сучасних комп'ютерних комплексів розрахунку усталеного режиму. Поняття режимних характеристик.* ***Тема 1.2.*** *Головні методичні орієнтації.* *Основні питання. Огляд основних понять та перелік методів розрахунку усталеного режиму, які будуть розглядатися.* *Літературні джерела: [1-5]*
2.	***Тема 1.3.*** *Задачі аналізу та управління режимами (фіксація модулів напруг, балансування та оцінка стану електричних мереж, оптимізація режимів, системні розрахунки с.к.з.).* *Основні питання. Огляд задач аналізу та управління режимами. Основні поняття.* *Літературні джерела: [1-5]*
	Розділ 2. Моделі мережевих графів
3.	***Тема 2.1.*** *Взаємозв'язок мережевих графів та структурно-симетричних матриць.* *Основні питання. Поняття графу. Скалярні характеристики вузлів і гілок. Взаємозв'язок графів та матриць.* ***Тема 2.2.*** *Базова термінологія щодо графів та матриць.* *Основні питання. Поняття графа дерева, радіуса, траси, ярусів 1 і 2 порядку, розрізів, незалежних контурів. Види графів та матриць, що пов'язані з графами.* *Літературні джерела: [1-5]*
4.	***Тема 2.3.*** *Комп'ютерні моделі графів (вихідна ISM, індексна INM, індексно-циркулярна ICM). Оцінка ефективності.* *Основні питання. Початкова модель графа (ISM). Індексна модель графа (INM). Індексно-циркулярна модель (ICM).* *Літературні джерела: [4-6]*
5.	***Тема 2.4.*** *Приклади алгоритмів та програм розв'язання трикутних систем лінійних рівнянь СЛР. Розв'язання верхньої і нижньої трикутної системи лінійних рівнянь на основі ICM.* *Основні питання. Алгоритми і програми розв'язання трикутних систем лінійних рівнянь. Можливості перегляду рядків форми ICM.* *Літературні джерела: [1-6]*
	Розділ 3. Алгоритмізація та програмування розв'язання СЛР оптимізованими методами факторизації
6.	***Тема 3.1.*** *Загальний метод трикутної факторизації матриць (розв'язання СЛР).* *Основні питання. Моделювання трикутної факторизації на основі ICM. Алгоритм та*

	програмна реалізація трикутної факторизації. Алгоритм корекції елементів 1ї та 2ї груп. Алгоритм пошуку елементів 3ї групи. ***Тема 3.2.*** *Загальний метод подвійної факторизації матриць (розв'язання СЛР).* *Основні питання. Моделювання подвійної факторизації на основі ІСМ. Алгоритм та програмна реалізація подвійної факторизації (загальне рішення). Приклад подвійної факторизації матриці. Формалізація множення на елементарну ліву/праву матрицю та повний алгоритм множення на їх сукупність.* *Літературні джерела: [1-6]*
7.	***Тема 3.3.*** *Проблема нових заповнень в алгоритмах факторизації.* *Основні питання. Поняття нових заповнень. Приклад залежності нових заповнень від способу ідентифікації графу.* ***Тема 3.4.*** *Графічна інтерпретація подвійної факторизації.* *Основні питання. Перетворення графу за кроками факторизації – графічна інтерпретація. Варіанти кількості нових заповнень в залежності від ярусу вузла.* *Літературні джерела: [4]*
8.	***Тема 3.5.*** *Алгоритм квазіоптимального упорядкування номерів графу за локальними конфігураційними критеріями. Формальна редакція алгоритмів факторизації.* *Основні питання. Алгоритм квазіоптимального впорядкування номерів графу. Приклад вибору оптимальної нумерації графу. Корекція індексної моделі з урахуванням оптимальної нумерації. Метод упорядкування на основі посилань. Побудова моделі INM та ІСМ для оптимальної нумерації.* *Літературні джерела: [4]*
	Розділ 4. Алгоритмізація та програмування розв'язання СЛР для розімкнених графів
9.	***Тема 4.1.*** *Адаптація загального методу подвійної факторизації.* *Основні питання. Алгоритм подвійної факторизації для розімкнених графів (оптимальна нумерація). Алгоритм розв'язання системи лінійних рівнянь на основі подвійної факторизації для розімкнених графів (оптимальна нумерація).* *Літературні джерела: [4]*
10.	***Тема 4.2.*** *Алгоритм розв'язання СЛР для матриці вузлових провідностей Y. Аналіз фізичного смислу алгоритму.* *Основні питання. Типова структура матриці провідностей для розімкнених графів. Приклад «прямої» факторизації розімкненого графу з матрицею типу Y. Алгоритм розв'язання системи лінійних рівнянь на основі подвійної факторизації для розімкнених графів з матрицею типу Y (оптимальна нумерація).* ***Тема 4.3.*** *Варіанти розрахунку режиму розімкнених електричних мереж.* *Основні питання. Варіанти модернізації розв'язання системи лінійних рівнянь для розімкненого графу (розрахунки режимів розімкненої електричної мережі). Заміна впорядкувального вектору KI списковою структурою.* *Літературні джерела: [1-5]*
11.	***Тема 4.4.*** *Спеціальна конфігураційна модель розімкненого графу електричної мережі.* *Основні питання. Модель елементу розімкненої електричної мережі та макет таблиці їх сукупності.* ***Тема 4.5.*** *Стандартна процедура TOK_US розрахунку струморозподілу та режиму напруг в розімкненій мережі.* *Основні питання. Розрахунок струморозподілу та режиму напруг в розімкненій мережі. Модель розімкненої електромережі та стандартна програма розрахунку режиму TOK_US.* *Літературні джерела: [4-6]*
	Розділ 5. Стандартні процедури формування моделей матриць параметрів електричних мереж
12.	***Тема 5.1.*** *Алгоритм формування матриці вузлових провідностей YS.*

	Основні питання. Програма розрахунку матриці Y та формування її індексної моделі INM. ***Тема 5.2.*** *Алгоритм формування матриці опорів ZS.* *Основні питання. Метод та програма розрахунку двовимірної матриці ZS за допомогою процедури TOK_US. Метод та програма розрахунку індексної моделі матриці ZS за допомогою процедури TOK_US.* *Літературні джерела: [4-5]*
13.	***Тема 5.3.*** *Алгоритм формування матриці контурних опорів ZK.* *Основні питання. Процес еквівалентного перетворення замкненого графу в розімкнений. Модель графу з розрізами. Розрахунок матриці контурних опорів методом одиничних струмів. Модель замкнено-розімкненого графу. Кодування моделі замкнено-розімкненого графу. Програма розрахунку матриці ZK методом одиничних струмів за допомогою процедури TOK_US.* *Літературні джерела: [4-5]*
14.	***Тема 5.4.*** *Алгоритм формування індексно-циркулярної моделі.* *Основні питання. Механізм впорядкування номерів ярусу k-го вузла та заповнення векторів INS, KI. Алгоритм побудови індексно-циркулярної моделі ICM.* *Механізм «спливаючої бульбашки». Програма формування індексно-циркулярної моделі ICM.* *Літературні джерела: [4-5]*
15.	***Тема 5.5.*** *Алгоритм автоматичного розрізання контурів.* *Основні питання. Алгоритм автоматичного розрізання контурів.* *Вибір незалежних контурів. Бітова модель графу. Формальний алгоритм автоматичного розрізання контурів на основі бітової моделі матриці та вектору KONT. Алгоритм автоматичного розрізання контурів АРК на основі бітової моделі матриць. Програмна реалізація автоматичного розрізання контурів АРК.* *Літературні джерела: [4]*
	Розділ 6. Методи Z-режим. Учбово-програмна реалізація розрахунку режимів
16.	***Тема 6.1.*** *Розрахунок матриці Y в промислових схемах електричних мереж.* *Основні питання. Огляд варіантів з'єднання вузлів промислових схем розрахункової схеми. Формули зв'язку струмів та напруг у моделі трансформатору. Приклад розрахунку матриці провідностей тривузлової схеми з трансформаторами. Повні формули для розрахунку власних та взаємних провідностей матриці за наявності трансформаторних зв'язків.* *Літературні джерела: [4, 6]*
17.	***Тема 6.2.*** *Метод Z-режим (контурний варіант).* *Основні питання. Алгоритм методу Z_REGIM_K (контурний). Програмна реалізація методу Z_REGIM_K.* ***Тема 6.3.*** *Метод Z-режим (вузловий варіант).* *Основні питання. Функціональна та організаційна структури та алгоритм програми Z_REGIM_T. Приклад розрахунку режиму методом Z_REGIM_T. Функціональний алгоритм методу Z_REGIM_S.* *Літературні джерела: [4, 6]*
18.	***Тема 6.4.*** *Метод ітерування базисних потужностей.* *Основні питання. Метод ітерування базисних потужностей Z_REGIM_B. Приклад ітераційного процесу методу Z_REGIM_B.* *Літературні джерела: [4, 6]* *МКР*

Практичні заняття

(відсутні)

Лабораторні заняття
Літературні джерела: [6]

№ з/п	*Назва лабораторної роботи*	*Кількість ауд. годин*
1	*Модель розімкненої мережі. Розрахунок струморозподілу та напруги.*	*2*
2	*Розрахунок матриці вузлових опорів ZS.*	*2*
3	*Розрахунок матриці вузлових провідностей YS.*	*4*
4	*Формування бітової моделі конфігурації електромереж.*	*4*
5	*Автоматичне розрізання контурів (АРК).*	*4*
6	*Модель замкненої електричної мережі.*	*4*
7	*Розрахунок матриці контурних опорів ZK.*	*4*
8	*Моделі графів мережі.*	*4*
9	*Розрахунок режиму мережі в навантажувальних струмах.*	*4*
10	*Розрахунок режиму мережі в навантажувальних потужностях.*	*4*
	ЗАГАЛОМ	*36*

Самостійна робота студента

№з/п	*Вид самостійної роботи*	*Кількість годин СРС*
1	*Підготовка до аудиторних занять* *Літературні джерела: [1-5]*	*10*
2	*Підготовка до виконання та здачі лабораторних робіт*	*20*
3	*Підготовка до МКР* *Літературні джерела: [7]*	*8*
	Підготовка до заліку	*10*
	Загалом	*48*

Контрольна робота

- *Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок самостійного складання індексно-циркулярної моделі ІСМ та визначення оптимальної нумерації графу.*
- *Модульна контрольна робота (МКР) виконується після вивчення Розділів 1-3. Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати дві (дві) задачі.*

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. 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 лабораторних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*

- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях.*
- *якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» 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 даної дисципліни;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

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

***Поточний контроль**: МКР, здача лабораторних робіт.*
***Календарний контроль**: проводиться одного разу в семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*
***Семестровий контроль**: залік*

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*

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- *виконання та захист лабораторних робіт;*
- *виконання модульної контрольної роботи (МКР).*

Виконання та захист лабораторних робіт	*МКР*	*R*
60	*40*	*100*

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з дисципліни студент отримав не менше ніж 60 рейтингових балів, він отримує позитивну оцінку відповідно набраних протягом семестру рейтингових балів.

Виконання та захист лабораторних робіт

Для допуску до поточної лабораторної роботи кожному студенту необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Навчального посібника з лабораторного практикуму [6]. Лабораторні роботи, розрахунок та аналіз отриманих результатів виконуються індивідуально.
Ваговий бал – 6,0.
*Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 6.0 бали * 10 = 60.0 балів.*

Критерії оцінювання

- лабораторна робота не виконана або протокол не представлений – повертається на відпрацювання або доопрацювання - 0 балів.

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, відповідь на питання до захисту надана повністю помилковою – 3,5 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 3,6 - 4,0 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками –4,1 - 4,5 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, відповідь на питання до захисту має ряд неточностей – 4,6 - 5,0 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, відповідь на питання до захисту має одну неточність – 5,4 - 5,9 балів;

- виконання лабораторної роботи, самостійне відпрацювання програми, оформлення протоколу, повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи – 6 балів.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з двох практичних задач.

Ваговий бал задачі № 1 – 20.

Ваговий бал задачі № 2 – 20.

Максимальний бал за МКР – 40.

Критерії оцінювання

- *правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;*
- *часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;*
- *часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;*
- *відсутність відповіді – 0 балів.*

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

У разі, якщо сума рейтингових балів менше ніж 60, студент виконує залікову контрольну роботу. Також за бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки.

Форма семестрового контролю – залік

Залікова робота складається з двох теоретичних запитань та двох практичних завдань (задач).

Критерії оцінювання залікової роботи

Ваговий бал кожної задачі – 30.

Ваговий бал кожного теоретичного питання – 20.

Максимальний бал за залікову роботу – 100.

Критерії оцінювання задачі

- *правильне розв'язання задачі – 100% від кількості балів за задачу;*
- *часткове розв'язання задачі, наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;*
- *часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за задачу;*
- *відсутність відповіді – 0 балів.*

Критерії оцінювання теоретичного питання

- *студент дав вичерпну відповідь на питання, дає чіткі визначення всіх понять, відповіді логічні і послідовні – 18-20 балів;*
- *майже вичерпна відповідь, наявність незначних неточностей – 15-17 балів;*
- *часткова відповідь, показує знання, але недостатньо розуміє суть алгоритмів, наявність незначних неточностей – 12-14 балів;*

- *часткова відповідь, недостатнє розуміння суті алгоритмів, наявність значних помилок – 1-11 балів;*
- *відсутність відповіді – 0 балів.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)
складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,
к.т.н. Нестерком А.Б..

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 19 від 08.06.2026 р.)
Погоджено Навчально-методичною комісією факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол №10 від 24.06.2026 р.)