



Системи автоматизованого проектування об'єктів електроенергетики

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електричні системи і мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ МКР</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Практичні: асистент Моссаковський Вадим Ігорович, 067-897-13-60, vadim_mossakovsky@ukr.net
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Мета навчальної дисципліни: графічне представлення різноманітних схем та створення технічних креслень; знання стандартів, які входять до складу Єдиної системи конструкторської документації; вибір програмного засобу, можливості якого найбільше відповідають проектній задачі, що забезпечує оптимізацію процесу створення схеми або креслення та мінімізацію витрат часу; виконання схем та ескізів із застосуванням редактора векторної графіки MS Visio; виконанню технічних креслень у відповідності до вимог стандартів Єдиної системи конструкторської документації із застосуванням системи автоматизованого проектування «AutoCAD».

Предмет навчальної дисципліни: особливості виконання схем та технічних креслень із застосуванням редактора векторної графіки «MS Visio» та системи автоматизованого проектування «AutoCAD».

Програмні результати навчання:

Компетенції: здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання; здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Знання: принципи практичного застосування сучасних інтелектуальних технологій для створення програм підтримки рішень в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем; особливості використання сучасних спеціалізованих програмних комплексів з метою виконання інженерних розрахунків та вирішення проектно-конструкторських завдань в галузі електротехніки, електричних мереж та електроенергетичних систем; положення нормативної документації та особливостей виконання проектних розрахунків у галузі електричних мереж та електроенергетичних систем; основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

Уміння: виконання інженерних розрахунків та вирішення проектно-конструкторських завдань в галузі електротехніки, електричних мереж та електроенергетичних систем; пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність; розв'язок складних спеціалізованих задач з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж; самостійне навчання, опанування нових знань і вдосконалення навичок роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

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

Для успішного засвоєння необхідні знання інженерної графіки, навички роботи з пакетом програм Microsoft Office

3. Зміст навчальної дисципліни

Практичні заняття

На практичних заняттях розглядаються наступні змістовні теми:

Тема №1 Побудова графіків функцій
Тема №2 Розв'язок систем лінійних рівнянь
Тема №3 Робота з комплексними числами
Тема №4 Елементи програмування в математичному середовищі
Тема №5 Розрахунок режиму електричних кіл. Класичний метод
Тема №6 Вузлова модель розрахунку електричного кола
Тема №7 Контурна модель розрахунку електричного кола
Тема №8 Виконання креслень елементів електричних кіл
Тема №9 Робота з графіками електричного навантаження

Тема №10 Схеми розподільчих пристроїв 0,4 кВ, 10 кВ, 35 кВ
Тема №11 Схеми розподільчих пристроїв 110 кВ
Тема №12 Схеми розподільчих пристроїв 330 кВ та 750 кВ
Тема №13 Виконання креслень елементів електричних мереж
Тема №14 Розрахунок струмо- та поточкорозподілу потужностей ділянками схеми мережі за довжинами ділянок замкнених та розімкнених схем електричних мереж
Тема №15 Обчислення та побудова функції сумарних дисконтованих затрат для ліній і трансформаторів

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок
2. ДСТУ Б А.2.4-21:2008 Силове електрообладнання. Робочі креслення
3. ДСТУ ГОСТ 2.104:2006. Єдина система конструкторської документації. Основні написи
4. ДСТУ ГОСТ 2.601:2006. Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи
5. Умовні графічні позначення елементів на електротехнічних схемах : методичні вказівки з електротехніки для викладачів і студентів електротехнічних спеціальностей / уклад. В. Д. Юхимчук. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 52 с.
6. Бойко А. П. Комп'ютерне моделювання в середовищі AUTOCAD. Частина 1. Геометричне та проєкційне креслення : навч. посіб. / А. П. Бойко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 116 с.
7. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1 : конспект лекцій / Карпов Ю. О., Магас Т. Є., Мадьяров В. Г. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 154 с.

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Проектування систем електропостачання залізниць: Навч. посібник / М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк, О. Д. Супрун та ін.; за ред. М. М. Бабаєва. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 291 с. ISBN 978-617-654-117-2
2. Склад та зміст проєктної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3:2014. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 31 с.
3. Василега П.О. Електропостачання: підручник. Суми : Сумський державний університет, 2019. 521 с.
4. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Вінниця : Нова Книга, 2004. 656 с.
5. Вступ до інформаційних технологій. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані технології сталих

хімічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Джигирей. – Електронні текстові данні (1 файл: 1,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 65 с.

6. Короткий навчальний посібник Visio 2013. Microsoft. URL: <http://office.microsoft.com/uk-ua/FX103472299.aspx>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Практичні заняття

№ теми	Найменування	Години
1	Побудова графіків функцій	2
2	Розв'язок систем лінійних рівнянь	2
3	Робота з комплексними числами	2
4	Елементи програмування в математичному середовищі	2
5	Розрахунок режиму електричних кіл. Класичний метод	2
6	Вузлова модель розрахунку електричного кола	2
7	Контурна модель розрахунку електричного кола	2
8	Виконання креслень елементів електричних кіл	2
9	Робота з графіками електричного навантаження	2
10	Схеми розподільчих пристроїв 0,4 кВ, 10 кВ, 35 кВ	4
11	Схеми розподільчих пристроїв 110 кВ	4
12	Схеми розподільчих пристроїв 330 кВ та 750 кВ	4
13	Виконання креслень елементів електричних мереж	2
14	Розрахунок струмо- та поточкорозподілу потужностей ділянками схеми мережі за довжинами ділянок замкнених та розімкнених схем електричних мереж	2
15	Обчислення та побудова функції сумарних дисконтованих затрат для ліній електропередавання і силових трансформаторів	2
Всього		36

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи студентів	Кількість годин СРС
1	Виконання індивідуальних завдань	58
2	Підготовка до першої контрольної роботи	8
3	Підготовка до другої контрольної роботи	8
4	Підготовка до заліку	10
Всього		84

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед здобувачем:

- 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 практичних заняттях.

- правила поведінки на заняттях: здобувач має можливість отримувати бали за виконання індивідуальних завдань за темою заняття. Також існує система заохочувальних балів за активність на заняттях, як то відповіді на питання викладача, пропозиції щодо оптимізації виконання вмісту теми заняття, до 10 б. 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 захисту індивідуальних завдань: індивідуальне завдання вважається виконаним за програмою «мінімум» лише у випадку робочої математичної моделі ;

- політика дедлайнів та перескладань: індивідуальне завдання може бути зараховане з максимальною кількістю балів впродовж двох наступних занять після того, на якому завдання було отримано студентами. На третьому занятті індивідуальне завдання зараховується з коефіцієнтом 0,6 а на четвертому вважається невиконаним. Студенти можуть перескласти одну з контрольних робіт, за яку отримали незадовільний результат. За правильного і повноцінного виконання така робота зараховується з коефіцієнтом 0,8.

У випадку незгоди із отриманими балами за контрольні роботи чи/та залікову роботу, здобувач має право звернутися до викладача з проханням утворити комісію, де індивідуально пройде написання та захист зазначених робіт;

- 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 дисципліни «Передові технології в електроприводі та електромеханічних системах-1»;

- 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.

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

Поточний контроль: виконання індивідуальних завдань.

Мінімально позитивна оцінка за виконане індивідуальне завдання 2 б або 4 б (коефіцієнт 0,6), завдання має бути надане на перевірку не пізніше від третього заняття після призначення; для зарахування за програмою «мінімум», математична модель в завданні має бути робочою.

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

Контрольна робота №1

В даній роботі необхідно виконати розрахунок електричного кола будь-яким з відомих методів. Потрібно визначити струми ділянок, спад напруги на кожній ділянці, перевірити виконання Другого закону Кірхгофа та балансу потужності.

Схему електричного кола виконати у відповідності до вимог ЄСКД, окремо накреслити кожен елемент кола у відповідності до зазначених вимог. Кожен окремо винесений елемент

кола підписати відповідним числовим параметром. На схемі вказати напрямок і силу струму кожної ділянки.

Базисна схема вважається колом постійного струму. Дана схема є похідною, тому всі джерела є джерелами змінної напруги та змінного струму, опори є комплексними і носять активно-індуктивний або активно-ємнісний характер, в залежності від варіанту завдання. Номер варіанту задається викладачем. Частота змінного струму становить 50 Гц.

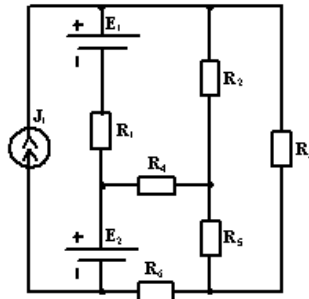
Для зарахування роботи на максимальну кількість балів потрібно виконати усі перелічені пункти. Для зарахування роботи, тобто 60% її виконання, потрібна робоча математична модель розрахунку струмів ділянок електричного кола.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Кафедра електричних мереж та систем**

Варіант № 1 завдання контрольної роботи №1
з кредитного модуля «Пакети прикладних програм для інженерного проектування»

Виконати розрахунок електричного кола будь-яким з відомих методів. Визначити струми ділянок, спад напруги на кожній ділянці, перевірити виконання Другого закону Кірхгофа та баланс потужності.

Схему електричного кола виконати у відповідності до вимог ЄСКД, окремо накреслити кожен елемент кола у відповідності до зазначених вимог. Кожен окремо винесений елемент кола підписати відповідним числовим параметром. На схемі вказати напрямок і силу струму кожної ділянки.



Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E_1, В$	71	85	83	106	108	74	74	112	64	104
$E_2, В$	78	118	110	56	103	118	85	118	120	90
$J_1, А$	4	3	5	4	5	8	6	1	2	7
$Z_1, Ом$	32	38	45	53	50	52	26	33	59	30
	0,75 ємк	0,73 інд	0,76 ємк	0,76 інд	0,85 інд	0,83 інд	0,86 інд	0,88 ємк	0,83 інд	0,85 інд
$Z_2, Ом$	34	24	27	15	23	67	59	57	17	20
	0,87 ємк	0,79 ємк	0,78 інд	0,79 ємк	0,74 інд	0,79 ємк	0,77 ємк	0,77 інд	0,89 інд	0,83 ємк
$Z_3, Ом$	46	52	35	41	42	25	62	29	32	61
	0,7 інд	0,83 ємк	0,9 ємк	0,72 інд	0,7 ємк	0,74 ємк	0,75 інд	0,72 ємк	0,85 інд	0,8 ємк
$Z_4, Ом$	58	24	18	39	19	32	35	31	25	21
	0,83 ємк	0,83 інд	0,72 інд	0,71 ємк	0,88 ємк	0,74 інд	0,9 ємк	0,78 інд	0,76 інд	0,9 ємк
$Z_5, Ом$	14	33	63	23	15	64	37	47	59	17
	0,8 інд	0,89 інд	0,81 ємк	0,75 інд	0,86 інд	0,78 інд	0,75 ємк	0,73 інд	0,8 інд	0,89 інд
$Z_6, Ом$	30	62	40	60	22	46	62	48	26	55
	0,71 інд	0,89 ємк	0,85 інд	0,76 інд	0,74 інд	0,81 ємк	0,82 інд	0,78 ємк	0,73 інд	0,89 інд

Контрольна робота №2

Дана робота має безпосередню прив'язку до освітньої програми «Електричні системи і мережі», присвячена роботі із навантаженням підстанції, охоплює спрощену методику роботи із графіками електричних навантажень та вимагає виконання проектної задачі.

Робота формує дві великі задачі:

- виконання математичних розрахунків
 - визначення зведеного навантаження підстанції;
 - визначення розрахункового навантаження підстанції;
 - визначення кількості переданої активної енергії споживачу;
 - визначення втрат активної енергії в обладнанні підстанції під час постачання потужності до споживачів за розрахунковий період.
- побудова структурної схеми підстанції

- вибір типу схеми РП на сторонах підстанції
- виконання креслення РП на сторонах підстанції
- нанесення на структурну схему потоків потужності «на початку та в кінці» для кожної сторони трансформатора.

Виконані усі сім пунктів правильно і в повному обсязі гарантують зарахування роботи з максимальною кількістю балів. Робота зараховується при виконанні на 60%, для чого потрібно чотири пункти першої задачі та перший пункт другої задачі.

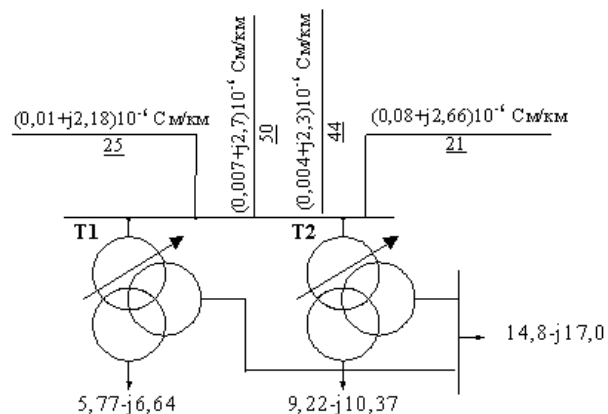
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
 Кафедра електричних мереж та систем
Варіант № 1 завдання контрольної роботи №2
 з кредитного модуля «Пакет прикладних програм для інженерного проектування»

Для наведеної підстанції обчислити втрати потужності в повздовжніх опорах та поперечних провідностях трансформаторів. Приймаючи $T_{max}=5305$ год, визначити загальну кількість переданої активної енергії та втрати активної енергії в кожному трансформаторі за рік. Використання одиниць вимірювання є обов'язковим.

Побудувати структурну схему підстанції з обранням типу РП з відповідною кількістю приєднань для кожної сторони. На схемі вказати потоки потужності з урахуванням втрат кожною стороною кожного трансформатора. Здійснити самостійно розподіл потужності між приєднаннями на сторонах споживача.

T1 - ТДТН-16000/110, S=16 МВА, $P_{ох}=23$ кВт, $P_{хз}=100$ кВт, $u_{к(р-с)}=10,5\%$,
 $u_{к(р-н)}=17,5\%$, $u_{к(с-н)}=6,5\%$, $I_{ох}=1,0\%$

T2 - ТДТН-25000/110, S=25 МВА, $P_{ох}=31$ кВт, $P_{хз}=140$ кВт, $u_{к(р-с)}=10,5\%$,
 $u_{к(р-н)}=17,5\%$, $u_{к(с-н)}=6,5\%$, $I_{ох}=0,7\%$



Семестровий контроль: контрольна робота на залік

В роботі задається розташування на ситуаційному плані пунктів навантаження із відповідними потужностями споживання майбутньої схеми районної електричної мережі 110 кВ. Розмір ситуаційного плану 180×100 мм, масштаб 1 мм:10 км (можливе викривлення ситуаційного плану при експорті, варто зважати на вказані розміри та масштаб).

Потрібно сформувавши схему, яка має мінімум один контур, обчислити поточкорозподіл потужностей за довжинами ділянок, побудувати функцію сумарних дисконтованих затрат, на основі якої обрати марку провідника та переріз провідника на кожній ділянці. Необхідно зазначити, що у випадку радіального відгалудження студент має прийняти дві паралельні лінії.

Будується структурна схема для обраної мережі, в кожному пункті приймається по два трансформатори, розподіл двох- та трьохобмоткових трансформаторів прийняти 1:1. Розподіл заданої потужності між сторонами 35 кВ та 10 кВ студенти приймають самостійно.

Здійснюється розрахунок параметрів схеми мережі, що в подальшому використовується для формування розрахункової Z-схеми заміщення, як підготовчий етап до виконання ітераційного розрахунку.

Робота вважається виконаною в повному обсязі за наявності робочого файлу з результатами виконання усіх зазначених пунктів у завданні. Мінімальний рівень виконання, на 60%, передбачає виконану роботу після обрання марки та перерізу провідника.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
 Кафедра електричних мереж та систем
Завдання до виконання контрольної роботи №3
 з кредитного модуля «Пакет и прикладних програм для інженерного проектування»

Для представленого на рис. 3.1 ситуаційного плану прийняти конфігурацію схеми електричної мережі. Мінімальна кількість ділянок становить 10 од., а максимальна приймається на рівні 12 од. Обчислити струмо- чи потужнісний розподіл за довжинами ділянок схеми мережі, за результатами обчислення функції сумарних дисконтованих затрат обрати перерізи та марку провідників на кожній ділянці.

Побудувати структурну схему мережі, приймаючи в кожному пункті по два трансформатори та сформувавши розрахункову Z-схему для режиму максимальних навантажень.

Місце БП та рівень напруги приймається за варіантом. Номер варіанту задається викладачем.

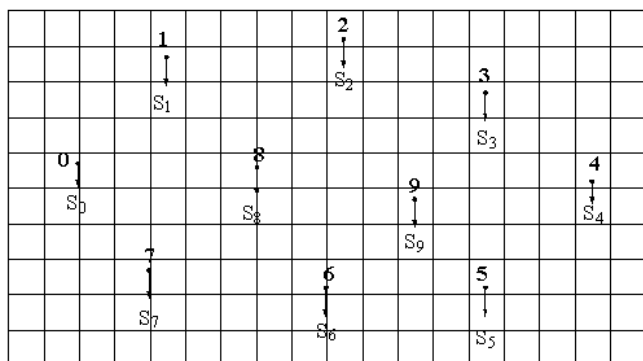


Рисунок 3.1. Ситуаційний план для побудови схеми мережі. М 1 см:10 км

ДОВІДНИКОВІ ДАНІ

- питомий опір алюмінію – 28,5 Ом·мм²/км,
- питомі втрати на корону – 0,08 кВт/км,
- розрахункова величина погонного індуктивного опору – 0,4 Ом/км,
- тариф на вхід в мережу – 1,86 грн/(кВт·год);
- питомі змінні витрати на спорудження 1 км лінії:
 - одне коло 550 грн/(мм²·км),
 - два кола 890 грн/(мм²·км);
- видатки на обслуговування та ремонт ПЛ 110 кВ – 1,2%,
- норма дисконту – 0,1.

Марка та переріз провідника					
AC-70/11 питомий опір 0,422 Ом/км діаметр провідника 11,4 мм тривалий допустимий струм 265 А капітальні втрати в кВт/км, тис. грн		AC-120/19 питомий опір 0,244 Ом/км діаметр провідника 15,2 мм тривалий допустимий струм 390 А капітальні втрати в кВт/км, тис. грн		AC-240/39 питомий опір 0,118 Ом/км діаметр провідника 21,6 мм тривалий допустимий струм 610 А капітальні втрати в кВт/км, тис. грн	
одне коло 588	два кола 823	одне коло 592	два кола 833	одне коло 606,5	два кола 858,9

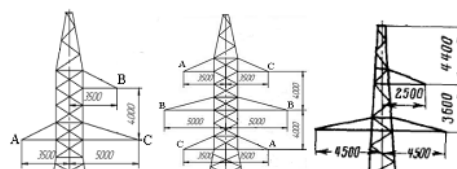


Рисунок 3.2. Опори 110 кВ

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконане індивідуальне завдання 2 б. або 4 б. (коефіцієнт 0,6) за максимальних 3 б. або 6 б. відповідно, виконання контрольних робіт на 60% - як наслідок, семестровий рейтинг не менше 60 балів. Відсутність однієї чи двох контрольних робіт календарного контролю є умовою недопуску до заліку.

Розподіл балів за виконання індивідуальних завдань та на контрольні заходи у випадку коректного і повноцінного виконання

№ з/п	Бали
Тема 1 – Тема 9	по 3
Тема 10 – Тема 11	по 6
Тема 12	4
Тема 13 – Тема 15	по 5
Всього	55

КР 1	14
КР 2	14
Залік	17
Всього	45
Разом за семестр	100

Заохочення: за активну участь на заняттях, пропозиції щодо змін у математичних моделях, пропозиції щодо нових підходів до розв'язку задач тощо, передбачають нарахування додаткових балів, сумарно не більше 10.

Сума рейтингових і заохочувальних балів не може перевищувати 100 б.

Систематичне ігнорування вказівок викладача, використання схованих за текстом поправочних коефіцієнтів для імітації видимості робочої математичної моделі, систематичне представлення на перевірку виправлених завдань, де виправлення полягає лише у написі даної фрази в найменуванні файлу, використання нецензурних найменувань математичних моделей передбачають нарахування штрафних балів, сумарно не більше 10.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

--

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено асистент кафедри електричних мереж та систем, Моссаковський Вадим Ігорович

Ухвалено кафедрою електричних мереж та систем (протокол № 13 від 20.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)