



МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна 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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	<i>rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Баженов Володимир Андрійович, канд..техн.наук, доцент 044 -204-48-18, v_bazenov@ukr.net Практичні Паненко Олена Миколаївна, ас.</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTc4MTE2Mzk1MzE2?cjc=munlp23

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Моделі оптимального розвитку енергосистем» складено відповідно до освітньої програми «Електричні системи і мережі» підготовки бакалавра зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж

K19. Здатність до усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування
K23. Здатність правильно формулювати та розв'язувати математичні задачі в галузі електричних мереж та електроенергетичних систем
K38. Здатність приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку електроенергетичних систем

Предмет навчальної дисципліни –математичні моделі та методи техніко-економічної оптимізації розвитку електроенергетичних систем

Програмні результати навчання:

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

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.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереже

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР37. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку електроенергетичних систем

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

Дисципліна відповідно до структурно-логічної схеми ОКР «бакалавр» базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін циклів математичної, природничо-наукової та професійної і практичної підготовки, як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови», «Вступ до спеціальності», «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ), «Електричні машини» та «Електрична частина станцій і підстанцій».

Дисципліна "Моделі оптимального розвитку енергосистем" тісно взаємопов'язана також з іншими дисциплінами циклу професійної та практичної підготовки, що спираються на неї, такими як «Регулювання режимів електричних систем», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Теорія автоматичного керування», «Математичні задачі енергетики», «Релейний захист та автоматизація електричних систем», «Техніка високих напруг», «Надійність та проектування електричних систем», що вивчаються студентами паралельно, або після вивчення даної дисципліни.

Одночасно дисципліна "Моделі оптимального розвитку енергосистем", при висвітленні технологічних питань, спирається на фундаментальні відомості з курсів теоретичних основ електротехніки, електричних машин, з курсу економіки та техніки високих напруг (розрахунок ізоляції і вибір конструкцій ЛЕП), автоматики і релейного захисту енергосистем (рішення проблем регулювання нормальних і післяаварійних режимів роботи електричних мереж). Таким чином, дисципліна є предметом, на якому замикаються практично всі перераховані вище дисципліни.

Теоретичною і методологічною основою дисципліни є дисципліни циклу професійної та практичної підготовки – математики, загальної фізики, інформатики і теоретичних основ електротехніки, – що складають основний теоретичний фундамент для вивчення даної спеціальної дисципліни.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМ.

Тема 1.1. Електроенергетичні системи України. Розвиток і функціонування.

Роль методів оптимального планування і проектування в задачах розвитку економіки країни. Електроенергетичні системи (ЕЕС). Особливості енергосистем. Розвиток енергетики країн колишнього СРСР. Електроенергетика України. Структура енергосистем. Основні відомості про виробництво, розподіл і споживання електроенергії в енергосистемах України.

Характеристика паливно-енергетичного комплексу країни. Принципи формування єдиної енергетичної системи України. Ієрархічна структура електроенергетики країни. Характеристика задач оптимізації розвитку ЕЕС.

Тенденції розвитку енергетики. Організація керування розвитком електроенергетичних систем України. Особливості розвитку енергосистем: прогнозування навантажень і електроспоживання ЕЕС і енерговузлів, оптимізації розміщення і вибору потужностей електростанцій і оптимізації схем розвитку електричних мереж.

Тема 1.2. Системний підхід.

Загальні поняття про системний підхід і великі системи. Загальний критерій оптимальності розвитку економіки держави. Основні принципи системного підходу. Велика система і її найбільш істотні сторони і властивості.

Ієрархія і відносна відособленість систем. Передумови використання ієрархічної побудови систем. Великі розміри системи, Різномасштабність параметрів і похибок інформації. Принцип рівноточності. Територіальна і функціональна ієрархія систем. "Горизонтальні" і "вертикальні", прямі і зворотні зв'язки. Формальні умови допустимості відособленої оптимізації системи.

Тема 1.3. Критерій оптимальності розвитку електроенергетичних систем.

Критерій економічності. Постановка задачі порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень. Урахування обмеженості капіталовкладень. Прогнози умов тотожності ефекту і вибір розрахункових термінів. Узгодженість умов функцій локальної системи й економіки країни. Урахування чинника часу. Економічний критерій статичної системи. Об'єктивно обумовлені оцінки. Економічний критерій для динамічної системи на основі нормативних коефіцієнтів. Урахування чинника часу за допомогою нормативу Ен. Урахування чинника часу за допомогою нормативного коефіцієнта приведення Енп. Економічний критерій на основі двохресурсної функції національного доходу. Формули приведених витрат для статичної і динамічної системи.

Урахування багатокритеріальності розвитку системи. Приватні критерії як виразники окремих властивостей загального критерію оптимальності. Оптимальні плани для сукупності приватних критеріїв. Засоби рішення задачі оптимізації при наявності множини суперечливих приватних критеріїв.

Критерій надійності. Особлива роль критеріїв усталеності, режимної керованості і живучості при проектуванні складних енергосистем. Якісні і кількісні характеристики критеріїв надійності. Нормування надійності. Критерії якості електроенергії й охорони навколишнього середовища. Урахування критерію якості електроенергії при проектуванні енергосистем.

Тема 1.4. Математичні моделі для оптимізації розвитку електроенергетичних систем.

Математична модель системи. Оптимізаційні, оцінні й оптимізаційно-оцінні моделі. Властивості моделей різноманітних типів. Припустимі й оптимальні плани

Тема 1.5. Моделі прогнозування навантажень і електроспоживання.

Прогнозування вихідної інформації в задачах оптимального розвитку електроенергетичних систем. Методи прогнозування: екстраполяційні, експертні і економетричні. Їхня характеристика, застосовуваний математичний апарат. Прогнозування електричних навантажень, електроспоживання в енергосистемах. Прогнозування в системах з ієрархічною структурою. Визначення довірчих інтервалів прогнозних показників. Розрахункові терміни оптимізації. Моделі довгострокового, середньострокового і короткострокового планування (прогнозування). Адаптивний підхід.

Розділ 2. МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІЩЕННЯ І ВИБОРУ ГЕНЕРУЮЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ЕНЕРГОСИСТЕМ.

Тема 2.1. Оптимізація генеруючих потужностей електроенергетичних систем.

Характеристика задач оптимізації структури енергосистеми. Паливно-енергетичний баланс економічного району. Розміщення виробництва. Принципи формування єдиної електроенергетичної системи країни. Оптимізація структури енергосистем. Співвідношення між потужностями КЕС, ГЕС, ТЕЦ і АЕС в енергосистемах. Доцільні встановлені потужності електростанцій і одиничні потужності блоків. Задача оптимізації розміщення і вибору потужності електростанцій в енергосистемі. Її місце в проблемі оптимізації структури енергосистем. Ієрархія задач визначення структури. Вимоги до моделей оптимізації потужностей, що генерують. Стисла характеристика існуючих моделей і методів.

Тема 2.2. Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей

Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей. Запис функції приведених витрат, формування цільової функції й обмежень лінійної моделі. Особливості оптимізації виробітки електроенергії електростанцій системи при упорядкуванні моделі. Основні поняття і визначення лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування. Характеристика симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - вивідшування опорного й оптимального планів. Гідності і хибності лінійної моделі оптимізації структури потужностей, що генерують. Особливості упорядкування лінійної моделі оптимізації структури потужностей, що генерують, при динамічній постановці задачі.

Тема 2.3. Застосування методу динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей.

Застосування динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей. Поняття про метод динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана і рекуррентні формули. Формування моделі оптимізації структури генеруючих потужностей. Запис обмежень. Блок-схема рішення задачі. Гідності і хибі застосування методу динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей.

Тема 2.4. Оптимізація розміщення і вибору параметрів генеруючих потужностей .

Оптимізація розміщення і вибору генеруючих потужностей. Місце задачі оптимізації розміщення і проблема розвитку паливно-енергетичного комплексу(ПЕК). Вимоги до моделей оптимізації генеруючих потужностей.

Застосування динамічного програмування для оптимізації розміщення вибору генеруючих потужностей теплових і атомних електростанцій. Рекуррентні формули. Формування моделі оптимізації генеруючих потужностей. Запис обмежень. Блок-схема рішення задачі. Гідності і хибі методу динамічного програмування для оптимізації розміщення і вибору потужностей станцій системи.

Тема 2.5. Використання градієнтних методів для оптимізації розвитку енергосистем.

Математична постановка задачі оптимізації режиму енергосистеми. Підхід до задачі оптимізації з позицій методів нелінійного програмування . Математичні методи рішення задачі оптимізації розвитку енергосистем. Градієнтні методи. Застосування градієнтних методів при оптимізації. Вибір вектора регульованих параметрів. Розрахунок чергового наближення вектора регульованих параметрів. Урахування режимних обмежень. Метод стримуючих обмежень. Комбінований метод зовнішніх і внутрішніх штрафних функцій. Розрахунок коефіцієнтів штрафу. Алгоритм рішення задачі оптимізації при урахуванні режимних обмежень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Баженов В.А. Моделі оптимального розвитку енергосистем. Навчальний посібник. Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №5 від 26.05.2022р.) для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Київ, 2022, 70с.

2. Баженов В.А. Моделі оптимального розвитку енергосистем. Оптимізація структури генеруючих потужностей електроенергетичних систем. Навчальний посібник. Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №5 від 26.05.2022р.) для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Київ, 2022, 26с.

3. Баженов В.А. Моделі оптимального розвитку енергосистем. Методи оптимізації розвитку електричних мереж енергосистем. Навчальний посібник. Рекомендовано Методичною радою КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол №5 від 26.05.2022р.) для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Київ, 2022, 37с.

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)
1	<p>Тема 1.1. Електроенергетичні системи України. Розвиток і функціонування.</p> <p>Роль методів оптимального планування і проектування в задачах розвитку економіки країни. Електроенергетичні системи (ЕЕС). Особливості енергосистем. Розвиток енергетики країн колишнього СРСР. Електроенергетика України. Структура енергосистем. Основні відомості про виробництво, розподіл і споживання електроенергії в енергосистемах України.</p>
2	<p>Характеристика паливно-енергетичного комплексу країни. Принципи формування єдиної енергетичної системи України. Ієрархічна структура електроенергетики країни. Характеристика задач оптимізації розвитку ЕЕС.</p>
3	<p>Тенденції розвитку енергетики. Організація керування розвитком електроенергетичних систем України. Особливості розвитку енергосистем: прогнозування навантажень і електроспоживання ЕЕС і енерговузлів, оптимізації розміщення і вибору потужностей електростанцій і оптимізації схем розвитку електричних мереж.</p>
4	<p>Тема 1.2. Системний підхід.</p> <p>Загальні поняття про системний підхід і великі системи. Загальний критерій оптимальності розвитку економіки держави. Основні принципи системного підходу. Велика система і її найбільш істотні сторони і властивості.</p> <p>Ієрархія і відносна відособленість систем. Передумови використання ієрархічної побудови систем. Великі розміри системи, Різномасштабність параметрів і похибок інформації. Принцип рівноточності. Територіальна і функціональна ієрархія систем. "Горизонтальні" і "вертикальні", прями і зворотні зв'язки. Формальні умови допустимості відособленої оптимізації системи.</p>
5	<p>Тема 1.3. Критерій оптимальності розвитку електроенергетичних систем.</p> <p>Критерій економічності. Постановка задачі порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень. Урахування обмеженості капіталовкладень. Прогнози умов тотожності ефекту і вибір розрахункових термінів. Узгодженість умов функцій локальної системи й економіки країни. Урахування чинника часу. Економічний критерій статичної системи. Об'єктивно обумовлені оцінки. Економічний критерій для динамічної системи на основі нормативних коефіцієнтів. Урахування чинника часу за допомогою нормативу Ен. Урахування чинника часу за допомогою нормативного коефіцієнта приведення Енп.</p>
6	<p>Економічний критерій на основі двухресурсної функції національного доходу. Формули приведених витрат для статичної і динамічної системи.</p>
7	<p>Урахування багатокритеріальності розвитку системи. Приватні критерії як виразники окремих властивостей загального критерію оптимальності. Оптимальні плани для сукупності приватних критеріїв. Засоби рішення задачі оптимізації при наявності множини суперечливих приватних критеріїв.</p> <p>Критерій надійності. Особлива роль критеріїв усталеності, режимної керованості і живучості при проектуванні складних енергосистем. Якісні і кількісні характеристики критеріїв надійності. Нормування надійності. Критерії</p>

	<i>якості електроенергії й охорони навколишнього середовища. Урахування критерію якості електроенергії при проектуванні енергосистем.</i>
8	<i>Тема 1.4. Математичні моделі для оптимізації розвитку електроенергетичних систем. Математична модель системи. Оптимізаційні, оцінні й оптимізаційно-оцінні моделі. Властивості моделей різноманітних типів. Припустимі й оптимальні плани</i>
9	<i>Тема 1.5. Моделі прогнозування навантажень і електроспоживання. Прогнозування вихідної інформації в задачах оптимального розвитку електроенергетичних систем. Методи прогнозування: екстраполяційні, експертні і економетричні. Їхня характеристика, застосовуваний математичний апарат.</i>
10	<i>Прогнозування електричних навантажень, електроспоживання в енергосистемах. Прогнозування в системах з ієрархічною структурою. Визначення довірчих інтервалів прогнозних показників. Розрахункові терміни оптимізації. Моделі довгострокового, середньострокового і короткострокового планування (прогнозування). Адаптивний підхід</i>
11	<i>Розділ 2. МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІЩЕННЯ І ВИБОРУ ГЕНЕРУЮЧИХ ПОТУЖНОСТЕЙ ЕНЕРГОСИСТЕМ. Тема 2.1. Оптимізація генеруючих потужностей електроенергетичних систем. Характеристика задач оптимізації структури енергосистеми. Паливно-енергетичний баланс економічного району. Розміщення виробництва. Принципи формування єдиної електроенергетичної системи країни. Оптимізація структури енергосистем. Співвідношення між потужностями КЕС, ГЕС, ТЕЦ і АЕС в енергосистемах. Доцільні встановлені потужності електростанцій і одиничні потужності блоків.</i>
12	<i>Задача оптимізації розміщення і вибору потужності електростанцій в енергосистемі. Її місце в проблемі оптимізації структури енергосистем. Ієрархія задач визначення структури. Вимоги до моделей оптимізації потужностей, що генерують. Стисла характеристика існуючих моделей і методів.</i>
13	<i>Тема 2.2. Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей</i>
14	<i>Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей. Запис функції приведених витрат, формування цільової функції й обмежень лінійної моделі. Особливості оптимізації виробітки електроенергії електростанцій системи при упорядкуванні моделі</i>
15	<i>Основні поняття і визначення лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.</i>
16	<i>Характеристика симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - виведення опорного й оптимального планів. Гідності і хиби лінійної моделі оптимізації структури потужностей, що генерують.</i>
17	<i>Особливості упорядкування лінійної моделі оптимізації структури потужностей, що генерують, при динамічній постановці задачі.</i>
18	<i>Тема 2.3. Застосування методу динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей. Застосування динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей. Поняття про метод динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана і рекуррентні формули.</i>

19	Формування моделі оптимізації генеруючих потужностей. Запис обмежень. Блок-схема рішення задачі. Гідності і хиби застосування методу динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей.
20	Тема 2.4. Оптимізація розміщення і вибору параметрів генеруючих потужностей . Оптимізація розміщення і вибору генеруючих потужностей. Місце задачі оптимізації розміщення і проблема розвитку паливно-енергетичного комплексу(ПЕК). Вимоги до моделей оптимізації генеруючих потужностей.
21	
22	Застосування динамічного програмування для оптимізації розміщення вибору генеруючих потужностей теплових і атомних електростанцій. Рекуррентні формули. Формування моделі оптимізації генеруючих потужностей. Запис обмежень. Блок-схема рішення задачі. Гідності і хиби методу динамічного програмування для оптимізації розміщення і вибору потужностей станцій системи
23	Тема 2.5. Використання градієнтних методів для оптимізації розвитку енергосистем. Математична постановка задачі оптимізації режиму енергосистеми. Підхід до задачі оптимізації з позицій методів нелінійного програмування .
24	Математичні методи рішення задачі оптимізації розвитку енергосистем. Градієнтні методи. Застосування градієнтних методів при оптимізації. Вибір вектора регульованих параметрів. Розрахунок чергового наближення вектора регульованих параметрів.
25	
26	Розрахунок складових вектора градієнта. Аналітичний та чисельний методи
27	Урахування режимних обмежень. Метод стримуючих обмежень. Методи зовнішніх та внутрішніх штрафних функцій Комбінований метод зовнішніх і внутрішніх штрафних функцій. Розрахунок коефіцієнтів штрафу. Алгоритм рішення задачі оптимізації при урахуванні режимних обмежень.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Практичне заняття №1. Лінійна модель оптимізації структури генеруючих потужностей . Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей. Запис функції приведених витрат, формування цільової функції й обмежень лінійної моделі.
2	Практичне заняття №2 Лінійна модель оптимізації структури генеруючих потужностей . Основні поняття і визначення лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.
3	Практичне заняття №3. Симплекс-метод . Характеристика симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - виділення опорного й оптимального планів.
4	Практичне заняття №4 Симплекс-метод . Основні етапи рішення - виділення опорного й оптимального планів.

5	<i>Практичне заняття №5. Симплекс-метод Гідності і хвиби лінійної моделі оптимізації структури потужностей , що генерують. Особливості упорядкування лінійної моделі оптимізації структури потужностей , що генерують , при динамічній постановці задачі.</i>
6	<i>Практичне заняття №6. Застосування методу динамічного програмування . Застосування динамічного програмування для оптимізації розвитку генеруючих потужностей. Поняття про метод динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана і рекуррентні формули. Формування моделі оптимізації генеруючих потужностей. Запис обмежень. Блок-схема рішення задачі. Гідності і хвиби застосування методу динамічного програмування для оптимізації структури генеруючих потужностей.</i>
7	<i>Практичне заняття №7 Застосування динамічного програмування Застосування динамічного програмування для оптимізації розвитку електричних станцій, вибір місць та термінів спорудження</i>
8	<i>Практичне заняття №8. Застосування градієнтних методів оптимізації розвитку генеруючих потужностей Розрахунок складових вектора градієнта.</i>
9	<i>Практичне заняття №9. Застосування градієнтних методів оптимізації розвитку генеруючих потужностей Комбінований метод зовнішніх і внутрішніх штрафних функцій. Розрахунок коефіцієнтів штрафу.</i>

6. Самостійна робота студента/аспіранта

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	15
4	<i>Виконання розрахунково-графічної роботи</i>	14
5	<i>Підготовка до МКР</i>	4
6	<i>Підготовка до екзамену</i>	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Значається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);*
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*
- правила захисту лабораторних робіт;*
- правила захисту індивідуальних завдань;*
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
- політика дедлайнів та перескладань;*
- політика щодо академічної доброчесності;*

- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.

8. Розрахунково-графічна робота (РГР)

Учбовий план сьомого семестру спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми “Електричні системи та мережі” передбачає виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

У розрахунково-графічній роботі вирішуються задачі визначення оптимальної структури генеруючих потужностей. При рішенні знаходять найбільше вигідні пропорції розвитку групи електростанцій різноманітного типу, що відрізняються видом використовуваного енергоресурсу, розходженням у засобах виробництва електроенергії і типом основного устаткування.

9. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

У 7 семестрі виконуються модульна контрольна робота з тем 2.2. “Лінійні моделі оптимізації структури генеруючих потужностей ” структури генеруючих потужностей”. Розглядаються питання застосування симплекс-методу рішення задачі лінійного програмування. Основні етапи рішення - виділення опорного й оптимального планів

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

Поточний контроль: тестування, МКР, виконання завдань до практичних занять та РГР.

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

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

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

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 1. Максимальна кількість балів за тестування – 1 бал * 18 лекцій = 18 балів.

Тестування проводиться у системі дистанційного навчання Moodle та доступне протягом 2 робочих днів після завершення поточної лекції. У деяких випадках термін проходження тестування може бути продовжений лектором. Тривалість проходження одного тестування – 10 хвилин. Кількість спроб – одна. У деяких випадках, що пов'язані з технічними проблемами студентів, може надатися повторна спроба на окремі тестування.

Кожне тестування містить 10 запитань різного формату (вибір правильного варіанту з переліку; вірно/невірно; визначити відповідність; чисельна відповідь; вибір пропущених слів; перетаскування на зображення тощо).

Критерії оцінювання

- запитання типу «вибір правильного варіанту з переліку», «вірно/невірно», «чисельна відповідь» оцінюються однозначно: вірна відповідь – 0,1 бал, невірна відповідь – 0 балів;
- запитання, на які немає однієї конкретної відповіді, типу «визначити відповідність», «вибір пропущених слів», «перетаскування на зображення» оцінюються у відповідності до кількості елементів у тесті (наприклад, якщо треба вставити 4 слова у текст, то студент отримає по 0,025 балів за одне правильне вставлене слово, а за всі 4 правильно вставлені слова отримає відповідно 0,1 бал) – невірна відповідь – 0 балів, частково вірна відповідь – 0,01-0,09 балів, вірна відповідь 0,1 бал.

Практичні заняття

Ваговий бал –1. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 2 бали * 9 занять = 9 балів.

На практичних заняттях студенти разом із викладачем розв'язують завдання за тематикою практичного заняття. Після кожного практичного заняття студенти отримують домашнє завдання, яке необхідно вирішити та надати на перевірку викладачу до початку наступного заняття (зазвичай це 2 тижні, однак іноді цей час може бути змінений викладачем у деяких конкретних випадках).

Перше практичне заняття, зазвичай, поводитьься коли лекційний матеріал ще не начитаний, тому його тематика не пов'язана з конкретними темами дисципліни, а направлена на перевірку логічного мислення студентів та можливості інтуїтивно, без знань методів синтезу, скласти схеми для простих логічних задач.

Критерії оцінювання

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 2 бали;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 1 бал;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 1,5 бали;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 0,5 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – повертається на доопрацювання.

Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 40.

До захисту на максимальний бал допускаються студенти, які у визначений викладачем термін виконали РГР та оформили її у відповідності до встановлених вимог. При здачі РГР на перевірку після встановленого терміну максимальний бал за захист РГР зменшується вдвоє. Захист РГР складається з двох етапів: усний та письмовий. Під час усного захисту викладач задає питання по змістовній частині РГР для визначення у студента рівня знань теоретичної частини та його розуміння методів вирішення завдань. Після успішного усного захисту студент отримує письмове завдання, яке він повинен вирішити за визначений час. Варіант письмового завдання студент отримує у середовищі Moodle. Час, необхідний для його вирішення, зазвичай складає 30 хвилин, але може бути змінений викладачем, що приймає РГР. Кожному студенту надається одна спроба для вирішення задачі.

Критерії оцінювання усного етапу РГР:

- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 9-10 балів;
- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 6-8 балів;
- - своєчасна здача роботи, не повне розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з значними неточностями – 1-5 балів.
- робота виконана, але студент взагалі не орієнтується у матеріалі/робота виконана із значними помилками – на доопрацювання.

Критерії оцінювання письмового етапу РГР:

- задача вирішена вірно з несуттєвими помилками – 9-10 балів;
- задача вирішена частково та (або) із деякими помилками – 4-8 балів;
- задача майже не вирішена, або вирішена із суттєвими помилками – 1-3 балів.
- задача взагалі не вирішена – 0 балів*

* У випадку отримання 0 балів за письмовий етап РГР студент має право попросити у викладача, що приймає РГР додаткову спробу, проте при цьому максимальний бал за письмовий етап зменшується вдвоє.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за одну МКР – 9.

Критерії оцінювання

На модульній контрольній роботі студент має виконати 4 завдання. Завдання оцінюються від 0 до 3 балів в залежності від правильності вирішення; завдання Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Додаткові (бонусні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 20 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Івенти», «Додаткові лекції» та «Завдання до лекцій».

Івенти. Івенти - це спеціальні події для студентів, які хочуть отримати додаткові бали за вирішення ускладнених завдань. Івенти активуються у визначений

час і активні обмежений час. Додаткові бали отримують тільки ті студенти, які надали правильну відповідь та увійшли в певну кількість, які першими її завантажили. Кількість балів за додаткові завдання визначає кожен івент окремо. Один студент не може отримати більш ніж 7,5 балів за івенти.

Додаткові лекції. Самостійна робота студентів передбачає 7 додаткових лекцій, які студенти повинні опрацювати та законспектувати. За опрацювання однієї лекції вигляді у конспекту нараховується 0,5 бали. Максимальна кількість балів, що можна отримати за опрацювання додаткових лекції складає 3,5 бали.

Завдання до лекцій. Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,5. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 9.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахована РГР, виконання модульної контрольної роботи та здані усі завдання до практичних занять.

Експрес-опитування	Практ. заняття.	РГР	МКР	Rc	Рекз	R
18	9	24	9	60	40	100

Форма семестрового контролю – екзамен

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних запитань

Критерії оцінювання екзамену

Рейтинг $R_c \geq 0,6 * R$, тобто 60 балів – зараховується автоматично.

Рейтинг R_c в межах $(0,4 - 0,59) * R$, тобто 40 – 59 балів – студенти складають екзамен.

Максимальний рейтинг екзамену $R_z = 40$ балів.

Рейтинг екзамену $R_z = 33 - 40$ балів – студент дав вичерпні відповіді на всі питання (при необхідності – і на додаткові), дає чіткі визначення всіх понять і величин, відповіді логічні і послідовні.

Рейтинг екзамену $R_z = 25 - 32$ балів – відповідаючи на питання, студент припускається окремих помилок, але може їх виправити за допомогою викладача; знає визначення основних понять і величин дисципліни, в цілому розуміє фізичну суть електромагнітних процесів в об'єктах, які вивчав.

Рейтинг екзамену $R_z = 16 - 24$ балів – студент частково відповідає на екзаменаційні питання, показує знання, але недостатньо розуміє фізичну суть електромагнітних процесів перетворення енергії. Відповіді непослідовні і нечіткі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри електричних мереж та систем ФЕА, к.т.н. Баженовим В.А.

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

Погоджено методичною комісією факультету (протокол № 10 від 16.06.2023 р.)