

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**І.В. Барбашов, Г.А. Сендерович, Д.М. Калюжний, П.Г. Щербакова**

**ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТА РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**З КУРСУ**

**«ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»**

(для студентів 3 курсу денної та 3, 4 курсів заочної форм навчання напряму  
6.050701 – „Електротехніка та електротехнології” (0906 – „Електротехніка”)  
зі спеціальності „Електротехнічні системи електроспоживання”)

**Харків - ХНАМГ – 2010**

Програма навчальної дисципліни та робоча програма навчальної дисципліни з курсу «**Електричні системи та мережі**» (для студентів 3 курсу денної та 3, 4 курсів заочної форм навчання напряму 6.050701 „Електротехніка та електротехнології” (0906 – „Електротехніка”) зі спеціальності „Електротехнічні системи електроспоживання”) / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, уклад.: . І.В. Барбашов, Г.А. Сендерович, Д.М. Калюжний, П.Г. Щербакова – Х.: ХНАМГ, 2010. – 40 с.

Укладачі: доц., к.т.н. І.В. Барбашов,  
доц., к.т.н. Г.А. Сендерович,  
доц., к.т.н. Д.М. Калюжний,  
ас., к.т.н. П.Г. Щербакова.

Рецензенти: доц., к.т.н. О.М. Довгалюк

*Рекомендовано кафедрою "Електропостачання міст",  
протокол № 6 від „08” 02 2010 р.*

© Сендерович Г.А., ХНАМГ, 2010

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	5
1.1. Мета, предмет та місце дисципліни	5
1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни	5
1.1.2 Предмет вивчення у дисципліні	5
1.1.3 Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця	5
1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни	5
1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги	11
1.4. Рекомендована основна навчальна література	13
1.4.1. Основна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)	13
1.4.2. Додаткові джерела	14
1.4.3. Методичне забезпечення	14
1.5 Анотація програми навчальної дисципліни	15
2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	16
2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи	16
2.2. Зміст дисципліни (денне навчання)	16
2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (денне навчання)	21
2.4. Лекційний курс (денне навчання)	22
2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)	24
2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)	26
2.7. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (денне навчання)	26
2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)	26
2.9. Засоби контролю та структура залікового кредиту (денне навчання)	26
2.10. Інформаційно-методичне забезпечення	27
2.10.1. Рекомендована основна навчальна література	27
2.10.2. Додаткові джерела	27
2.10.3. Методичне забезпечення	28
2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (заочне навчання)	29
2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)	29
2.13. Тематичний план (розподіл часу за темами, формами і видами навчальної роботи) (заочне навчання)	33
2.14. Індивідуальні завдання: курсовий проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (заочне навчання)	36
2.15 Засоби контролю (заочне навчання)	37
2.16. Інформаційно-методичне забезпечення	38
2.16.1 Рекомендована основна навчальна література	38
2.16.2 Додаткові джерела	38
2.16.3 Методичне забезпечення	38

## ВСТУП

Запропоновані програма та робоча програма навчальної дисципліни “електричні системи та мережі” призначені для студентів 3 курсу денної та 3, 4 курсів заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 “Електротехніка та електротехнології” (0906 “Електротехніка”) зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”.

У програмі вказані структура курсу, детальний перелік тем, розподіл часу за темами, система оцінювання знань.

Докладний список літератури, наведений у програмі, дозволить студентам поглиблювати і розширювати здобуті знання, плідно використовувати час, призначений для самостійної роботи.

Програма побудована за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу та узгоджена з орієнтовною структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською Кредитно-Трансферною Системою (ECTS).

Статус дисципліни: нормативна.

Загальна кількість: 8,5 кредитів. ECTS / годин 306.

Освітньо-кваліфікаційний рівень підготовки: бакалавр.

Програма складена на основі:

СВО ХНАМГ ОКХ підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

СВО ХНАМГ ОПП підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

СВО ХНАМГ навчальний план підготовки бакалавра спеціальності 6.090603 Електротехнічні системи електроспоживання, 2007 р.

Програму ухвалено:

Кафедрою електропостачання міст. (протокол №11 від 2 липня 2008 р.)

Вченою радою факультету електропостачання та освітлення міст. (протокол №1 від 03 вересня 2008 р.)

# 1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1. Мета, предмет та місце дисципліни

### 1.1.1. Мета та завдання вивчення дисципліни

Формування знань в області теорії розрахунків і аналізу режимів та проектування електричних систем і мереж, а також умінь і практичних навичок з розрахунку сталих режимів їх роботи, забезпечення при проектуванні й експлуатації електричних систем і мереж економічності, надійності електропостачання та якості електричної енергії.

### 1.1.2. Предмет вивчення у дисципліні

Стали режими електроенергетичних систем та мереж, аналіз їх дії, регулювання й оптимізація, принципи проектування, а також заходи та технічні засоби керування електроенергетичними системи та мережами.

### 1.1.3. Місце дисципліни в структурно-логічній схемі підготовки фахівця

Перелік дисциплін, на які безпосередньо спирається вивчення даної дисципліни	Перелік дисциплін, вивчення яких безпосередньо спирається на дану дисципліну
Філософія (філософія, релігієзнавство, логіка, етика і естетика)	Перехідні процеси в електроенергетиці
Загальна фізика	Релейний захист і автоматика
Теорія автоматичного керування	Електрична часина станцій та підстанцій
Електричні машини	Електропостачання міст та промислових підприємств
Вища математика	
Теоретичні основи електротехніки	
Математичні задачі електроенергетики	

## 1.2. Інформаційний обсяг (зміст) дисципліни

(відповідно до стандартів ОПП)

**Модуль 1.** Аналіз та розрахунки режимів електричних систем та мереж (4,5/162)

**Змістовий модуль (ЗМ) 1.1. Загальна інформація та підготовка даних до розрахунків електричних систем та мереж.**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Введення. Місце в системі підготовки фахівців, характеристика структури і змісту курсу. Історія розвитку електричних систем і мереж.

Загальні поняття про електричні системи. Характеристика сучасного стану Енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики. Класифікація електричних мереж. Вимоги до електричних мереж. Номінальна напруга елементів електричних систем. Система позначень. Режими нейтралі в електричних мережах. Конструктивне виконання повітряних та кабельних ліній.

Схеми заміщення ліній електропередачі. Активне й індуктивне опори, активний і індуктивна провідності повітряних і кабельних ліній. Характерні співвідношення між параметрами ліній різних номінальних напруг і різного конструктивного виконання. Спрощення схем заміщення.

Основні зведення про силові трансформатори. Конструкція, каталожні дані. Схема заміщення двохобмотувального трансформатора і розрахунок її параметрів. Трьохобмотувальні трансформатори. Схема заміщення, розрахунок параметрів. Автотрансформатори, їхній принцип дії і схема заміщення. Прохідна і типова потужності. Особливості розрахунку параметрів схеми заміщення.

Статичні характеристики навантажень по напрузі і частоті. Регулюючий ефект навантаження. Засоби представлення навантажень у розрахунках електричних систем. Представлення генераторів при розрахунках сталих режимів.

### **ЗМ 1.2. Основи розрахунків режимів електричних систем та мереж**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Графіки навантажень споживачів: добові, річні, по тривалості. Час найбільшого навантаження. Визначення річного споживання електричної енергії. Режими роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу.

Баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі. Регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі. Первинне і вторинне регулювання.

Баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах. Компенсація реактивної потужності. Устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в, мережах, що харчують і розподільних мережах.

Цілі й особливості розрахунків електричних мереж. Векторна діаграма лінії електропередачі. Падіння і втрата напруги. Формули для розрахунку за умовами кінця і початку лінії. Розрахунок розімкнутої мережі, що харчує, у два етапи.

Розрахункові навантаження підстанцій. Спрощення, прийняті при розрахунках розподільних мереж. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.

Розрахунок режиму роботи простих замкнутих мереж. Кільцева мережа, лінія з двостороннім харчуванням. Петлеві мережі і їхні розрахункові режими. Спільний розрахунок мереж різних номінальних напруг.

Розрахунок складнозамкнених мереж. Метод перетворення мережі. Метод контурних потужностей. Спрощення при розрахунках однорідних електричних мереж.

### **ЗМ 1.3. Питання проектування електричних мереж**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж. Основні техніко-економічні показники. Техніко-економічне порівняння варіантів.

Класифікація споживачів по ступені надійності споживачів. Урахування чинника надійності при проектуванні електричних мереж.

Вибір номінальної напруги мережі. Вибір проводів і жив кабелів по економічній щільності току і по економічних інтервалах. Перевірка перетину за умовами допустимого нагрівання.

Вибір перетину проводів у розподільних мережах. Особливості вибору перетину по допустимій втраті напруги. Узгодження перетину проводів з апаратурою, що захищає мережу від перегріву.

Схеми електричних мереж. Основні типи мереж. Засоби підключення підстанцій до мережі. Типові схеми підстанцій.

### **ЗМ 1.4. Електрозбереження та якість електроенергії**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Показники якості електроенергії за ДСТУ. Вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів. Соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.)

Центральне і місцеве регулювання напруги в електроенергетичних системах. Регулювання напруги на електростанціях і підстанціях. Трансформатори з РПН і ПБВ. Лінійні регулювальні трансформатори.

Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.

Регулювання напруги зміною опору мережі і зміною потоку реактивної потужності. Розрахунок устроїв, що компенсують, за умовою регулювання напруги.

Методи розрахунку втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат  $\tau$ . Метод  $\tau P$  і  $\tau Q$ .

Класифікація заходів щодо зменшення втрат електричної енергії. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в мережах, що харчують. Заходи щодо зниження втрат у розподільних мережах.

**Модуль 2.** Застосування ЕОМ та спеціальні питання електричних систем та мереж  
(4/144)

### **ЗМ 2.1. Застосування ЕОМ у розрахунках режимів електричних систем**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Елементи теорії матричного числення. Види матриць. Алгебраїчні дії з матрицями. Визначник і його властивості. Зворотна матриця і її обчислення. Матричні рівняння.

Рівняння вузлових потенціалів. Базисний і балансуєчий вузли. Формування матриць «Y» і «Z». Алгоритми розрахунку матриць «Y» і «Z».

Рівняння вузлових потенціалів у формі балансу вузлових потужностей. Приведення комплексних рівнянь вузлових потенціалів до речовинної форми запису. Рівняння втрат потужності в мережі.



Методи розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ. Метод простих ітерацій і його застосування до рішення системи рівнянь із матрицею «Z». Блок-схема алгоритму. Збіжність методу простих ітерацій.

Метод Зейделя. Рівняння і блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму електричної мережі методом Зейделя на прикладі програми РРС-9. Методи поліпшення збіжності.

Ітераційний метод Ньютона. Матриця Якобі для електричної мережі й алгоритм її формування для ЕОМ. Блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму методом Ньютона.

Гradientний метод рішення системи алгебраїчних рівнянь. Метод якнайшвидшого спуска. Вибір кроку. Алгоритм розрахунку gradientним методом.

### **ЗМ 2.2. Особливих режими та лінії надвисоких напруг**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Загальна характеристика особливих режимів. Рівняння несиметричних режимів у фазних координатах і в координатах симетричних складових. Неповнофазні режими. Режими мереж із поперечною несиметрією. Симетризовання режиму.

Диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму. Лінія без утрат. Поняття про натуральну потужність.

Режими роботи лінії без утрат. Межа переданої потужності. Кругові діаграми ліній.

Підвищення пропускної спроможності ліній великого протягу. Настроювання і компенсація параметрів ліній електропередачі.

### **ЗМ 2.3. Питання оптимізації режимів електричних систем**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Математичні передумови оптимізації. Формулювання задачі. Прямої метод оптимізації. Метод Лагранжа.

Економічні характеристики теплових агрегатів. Оптимізація розподілу активних потужностей в енергосистемі. Відносний приріст витрати палива. Обчислення відносних приростів втрат у мережах.

Розподіл активного навантаження в енергосистемі з тепловими і гідравлічними електростанціями.

Розподіл генерації реактивної потужності в електричній системі. Комплексна задача розподілу активних і реактивних потужностей.

Вибір потужності устроїв, що компенсують, на підстанції. Оптимізація з умови мінімальних утрат. Оптимізація з умови мінімальних приведених витрат.

### **ЗМ 2.4. Курсовий проект**

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи:

Курсовий проект присвячений розрахункам, які потрібні для проектування електричних мереж. Метою проекту є вироблення в студентів практичних навичок проектування електричних живлячих мереж з урахуванням усіх вимог, які пред'являють до електричних мереж, тобто: надійність й безперебійність електропостачання, якість електричної енергії, економічність, безпека й зручність експлуатації, можливість розвитку мережі без докорінної перебудови.

В курсовому проекті студенти відповідно до індивідуального завдання повинні провести:

- розрахунки балансів активної і реактивної потужностей;
- спрощені розрахунки поточкорозподілу;
- техніко-економічні розрахунки та вибір оптимального варіанту;
- ітераційні розрахунки сталих режимів (ручне рахування і ЕОМ);
- розрахунки по регулюванню напруги;
- вибір устроїв, що компенсують.

### 1.3. Освітньо-кваліфікаційні вимоги

Вміння (за рівнями сформованості) та знання	Сфери діяльності (виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова)	Функції діяльності у виробничій сфері (проектувальна, організаційна, управлінська, виконавська, технічна, інші)
1	2	3
<b>Знати:</b>		
– загальні поняття про електричні системи, історію їх розвитку, характеристику сучасного стану енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– режими нейтралі в електричних мережах;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– основні зведення про лінії електропередачі, трансформатори, автотрансформатори та принципи побудови їх схем заміщення;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– засоби представлення навантажень й генераторів у розрахунках електричних систем;	Виробнича	Проектувальна, управлінська
– графіки навантажень споживачів, режими роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська
– баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі, регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська
– баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах, компенсація реактивної потужності, устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в електричних мережах;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська
– цілі й особливості розрахунків електричних мереж, векторна діаграма лінії електропередачі, падіння і втрата напруги;	Виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж, основні техніко-економічні показники, техніко-економічне порівняння варіантів, вимоги до електропостачання споживачів в залежності від по ступені надійності;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– схеми електричних мереж, засоби підключення підстанцій до мережі, типові схеми підстанцій;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна

1	2	3
– показники якості електроенергії за ДСТУ, вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів, соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.);	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– принципи та засоби регулювання напруги в електроенергетичних системах;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– методи розрахунку втрат електричної енергії, заходи та технічні засоби щодо зменшення втрат електричної енергії;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– методи та алгоритми розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська
– загальне уявлення про дію ліній надвисокої напруги, диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму, поняття про натуральну потужність, режими роботи далеких ліній електропередачі;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– математичні передумови оптимізації.	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
<b>Вміти:</b>		
– складати схеми заміщення електричних мереж та розраховувати параметри схем заміщення їх елементів (ліній електропередачі, трансформаторів, автотрансформаторів, навантаження, генераторів);	Виробнича	Проектувальна, технічна
– складати графіки навантажень споживачів (добові, річні, по тривалості), розраховувати кількість годин найбільшого навантаження й час найбільших втрат;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– складати баланс активної та реактивної потужності, вибирати й розташовувати устрої, що компенсують реактивну потужність;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– розраховувати сталі режими розімкнутих, замкнутих та складнозамкнених мереж аналітичними способами;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– вирішувати техніко-економічні задачі проектування електричних систем і мереж з урахуванням чинників надійності споживачів;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна

1	2	3
– проводити вибір номінальної напруги мережі;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– проводити вибір перетину проводів й жил кабелів у низьковольтних і високовольтних розподільних, а також у живильних, мережах;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, технічна
– проводити вибір схеми електричних мереж та типових схем електричних підстанцій;	Виробнича, соціально-виробнича	Проектувальна, управлінська та технічна
– оцінювати якість електроенергії, вибирати заходи й засоби регулювання напруги та інших показників якості;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– визначати споживання та втрати електричної енергії, застосовувати заходи та технічні засоби, щодо зниження втрат електроенергії в мережах;	Виробнича, соціально-виробнича, соціально-побутова	Проектувальна, управлінська та технічна
– виконувати розрахунки сталих режимів електричних мереж на ЕОМ;	Виробнича	Проектувальна, технічна
– виконувати розрахунки сталих режимів електричних мереж в особливих режимах подовженої та поперечної несиметрії.	Виробнича	Проектувальна, технічна

## 1.4. Рекомендована навчальна література

### 1.4.1. Основна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
2. Электрические системы / Под ред. В.А. Веникова: В 7 т. – Т.2. Электрические сети. – М.: Высш. шк., 1971. – 440 с.
3. Электрические системы и сети / Н.В. Буслова, В.Н. Винославский, Г.И. Денисенко, В.С. Перхач; под ред. Г.И. Денисенко. – К.: Вища шк., 1986. – 584 с.
4. Петренко Л.И. Электрические сети: Сборник задач. – К.: Высш. шк., 1985. – 271 с.
5. Сендерович Г.А. Електричні системи і мережі: короткій конспект лекцій за курсом „Електричні системи і мережі”. - Х.: ХДАМГ, 2003. – 73 с.
6. Проектирование систем электроснабжения: Уч. пособие / О.Г.Гриб, А.Л. Ерохин, Г.А. Сендерович, К.А. Старков.– Х.: ХГАГХ, 2002. – 185 с.

### **1.4.2. Додаткові джерела**

1. Электрические сети энергетических систем / В.А. Боровиков, В.К. Косарев, Г.А. Ходот. – Л.: Энергия, 1977. – 391 с.
2. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.
3. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1997. 30 с.
4. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.

### **1.4.3. Методичне забезпечення**

1. Методические указания к самостоятельному изучению курса «Электрические системы и сети» / Составители: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н. – Х.: ХГАГХ, 2001.- 58 с. (Имеется электронная версия).
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электрические системы и сети» / Составители: Полосухин В.И., Перепеченый А.Т. – Х.: ХИИКС, 1998.- 56 с.
3. Сендерович Г.А. Краткий конспект лекций по курсу «Электрические системы и сети» (для студентов IV курса заочной формы обучения специальности 7.090.603) – Х.: ХГАГХ, 2001.- 69 с. (Электронная версия)
4. Контрольный пример к курсовому проекту «Расчеты в электрических сетях» по курсу «Электрические системы и сети» / Составитель Сендерович Г.А. – Х.: ХГАГХ, 2001.- 27 с. (Электронная версия).

## 1.5. Анотація програми навчальної дисципліни

### ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

У курсі “Електричні системи та мережі” вивчаються загальні відомості про електричні системи і мережі, принципи їх виконання, робочі режими, техніко-економічні основи проектування, методи розрахунків режимів аналітичним шляхом і на ЕОМ.

Розглянуто особливі режими електричних мереж, питання якості електроенергії і електрозбереження. Дано основи теорій з ліній електропередачі надвисокої напруги і з оптимізації режимів енергосистем.

В курсе “Электрические системы и сети” изучаются общие сведения об электрических системах и сетях, принципы их выполнения, рабочие режимы, технико-экономические основы проектирование, методы расчетов режимов аналитическим путем и на ЭВМ.

Рассмотрены особые режимы электрических сетей, вопросы качества электроэнергии и электросбережения. Даны основы теорий линий электропередачи сверхвысокого напряжения и оптимизации режимов энергосистем.

In a rate “Electric systems and networks” are studied the general data on electric systems and networks, principles of their performance, an operating conditions, technical and economic bases designing, methods of calculations of modes by analytical way and on the computer.

Special modes of electric networks, questions of quality of the electric power and the electro savings are considered. Bases of theories of transmission lines of a ultrahigh voltage and optimization of modes of power supply systems are given.

## 2. РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Розподіл обсягу навчальної роботи студента

#### за спеціальностями та видами навчальної роботи (денне навчання)

(за робочими навчальними планами денної форми навчання)

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит/ /годин	Семестр (и)	Години								Екзамен (семестр)	Заліки (семестр)	
			Аудиторні	у тому числі				Самостійна робота	у тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні	Контр.роб		КП/КР	РГР			
6. 090603	4,5/162	5	72	36	36		90			18	5		
	4/144	6	80	32	32	16	64		36		6		

### 2.2. Зміст дисципліни (денне навчання)

(обов'язкова складова за СВО ХНАМГ ПНД ЕСМ та додаткова частина)

**Модуль 1.** Аналіз та розрахунки режимів електричних систем та мереж. (4,5/162)

(назва модулю)

(кількість кредитів/годин)

Змістові модулі (ЗМ):

ЗМ 1.1 Загальна інформація та підготовка даних до розрахунків електричних систем та мереж (1,5/54)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи

1. Вступ. Місце в системі підготовки фахівців, характеристика структури і змісту курсу. Історія розвитку електричних систем і мереж.

2. Загальні поняття про електричні системи. Характеристика сучасного стану Енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики. Класифікація електричних мереж. Вимоги до електричних мереж. Номінальна напруга елементів електричних систем. Система позначень.

3. Режимы нейтралі в електричних мережах. Конструктивне виконання повітряних та кабельних ліній.



4. Схеми заміщення ліній електропередачі. Активне й індуктивне опори, активний і індуктивна провідності повітряних і кабельних ліній. Характерні співвідношення між параметрами ліній різних номінальних напруг і різного конструктивного виконання. Спрощення схем заміщення.

5. Основні зведення про силові трансформатори. Конструкція, каталожні дані. Схема заміщення двообмотувального трансформатора і розрахунок її параметрів. Триобмотувальні трансформатори. Схема заміщення, розрахунок параметрів. Автотрансформатори, їхній принцип дії і схема заміщення. Прохідна і типова потужності. Особливості розрахунку параметрів схеми заміщення.

6. Статичні характеристики навантажень по напрузі і частоті. Регулюючий ефект навантаження. Засоби представлення навантажень у розрахунках електричних систем. Представлення генераторів при розрахунках сталих режимів.

ЗМ 1.2. Основи розрахунків режимів електричних систем та мереж (1,5/54)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи

1. Графіки навантажень споживачів: добові, річні, по тривалості. Час найбільшого навантаження. Визначення річного споживання електричної енергії. Режими роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу.

2. Баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі. Регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі. Первинне і вторинне регулювання.

3. Баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах. Компенсація реактивної потужності. Устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в, мережах, що харчують і розподільних мережах.

4. Цілі й особливості розрахунків електричних мереж. Векторна діаграма лінії електропередачі. Падіння і втрата напруги. Формули для розрахунку за умовами кінця і початку лінії. Розрахунок розімкнутої мережі, що харчує, у два етапи.

5. Розрахункові навантаження підстанцій. Спрощення, прийняті при розрахунках розподільних мереж. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.

6. Розрахунок режиму роботи простих замкнутих мереж. Кільцева мережа, лінія з двостороннім живленням. Петльові мережі і їхні розрахункові режими. Спільний розрахунок мереж різних номінальних напруг.

7. Розрахунок складнозамкнутих мереж. Метод перетворення мережі. Метод контурних потужностей. Спрощення при розрахунках однорідних електричних мереж.

ЗМ 1.3. Питання проектування та експлуатації електричних мереж (1/36)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж. Основні техніко-економічні показники. Техніко-економічне порівняння варіантів.

2. Класифікація споживачів по ступені надійності споживачів. Урахування чинника надійності при проектуванні електричних мереж.

3. Вибір номінальної напруги мережі. Вибір проводів і жив кабелів по економічній щільності току і по економічних інтервалах. Перевірка перетину за умовами допустимого нагрівання.

4. Вибір перетину проводів у розподільних мережах. Особливості вибору перетину по допустимій втраті напруги. Узгодження перетину проводів з апаратурою, що захищає мережу від перегріву.

5. Схеми електричних мереж. Основні типи мереж. Засоби підключення підстанцій до мережі. Типові схеми підстанцій.

ЗМ 1.4. Розрахунки електричних мереж (0,5/18)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Розрахунки та вибір перетину проводів повітряної лінії 380 В.

2. Розрахунки та вибір перетину жил кабелів розподільчої мережі 10 кВ.
3. Розрахунок двохобмоткового трансформатора.
4. Розрахунок триобмоткового трансформатора і автотрансформатора.

**Модуль 2.** Електрозбереження, застосування ЕОМ та спеціальні питання електричних систем та мереж ( 4 / 144 )  
 (назва модулю) (кількість кредитів/годин)

**ЗМ 2.1.** Електрозбереження та якість електроенергії (1,5/54 )  
 (назва змістового модулю) (кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи:

1. Показники якості електроенергії за ДСТУ. Вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів. Соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.).

2. Центральне і місцеве регулювання напруги в електроенергетичних системах. Регулювання напруги на електростанціях і підстанціях. Трансформатори з РПН і ПБВ. Лінійні регулювальні трансформатори.

3. Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.

4. Регулювання напруги зміною опору мережі і зміною потоку реактивної потужності. Розрахунок устроїв, що компенсують, за умовою регулювання напруги.

5. Методи розрахунку втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат  $\tau$ . Метод  $\tau_p$  і  $\tau_Q$ .

6. Класифікація заходів щодо зменшення втрат електричної енергії. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в мережах, що харчують. Заходи щодо зниження втрат у розподільних мережах.

**ЗМ 2.2.** Електрозбереження та застосування ЕОМ у розрахунках режимів електричних систем (1/36)  
 (назва змістового модулю) (кількість кредитів/годин)

### Навчальні елементи

1. Елементи теорії матричного числення. Види матриць. Алгебраїчні дії з матрицями. Визначник і його властивості. Зворотна матриця і її обчислення. Матричні рівняння.

2. Рівняння вузлових потенціалів. Базисний і балансуєчий вузли. Формування матриць «Y» і «Z». Алгоритми розрахунку матриць «Y» і «Z».

3. Рівняння вузлових потенціалів у формі балансу вузлових потужностей. Приведення комплексних рівнянь вузлових потенціалів до речовинної форми запису. Рівняння втрат потужності в мережі.

4. Методи розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ. Метод простих ітерацій і його застосування до рішення системи рівнянь із матрицею «Z». Блок-схема алгоритму. Збіжність методу простих ітерацій.

5. Метод Зейделя. Рівняння і блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму електричної мережі методом Зейделя на прикладі програми PPC-9. Методи поліпшення збіжності.

ЗМ 2.3. Спеціальні питання електричних систем та мереж

( 0,5/18 )

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

### Навчальні елементи

1. Особливі режими електричних систем та мереж. Загальна характеристика особливих режимів. Рівняння несиметричних режимів у фазних координатах і в координатах симетричних складових. Неповнофазні режими. Режими мереж із поперечною несиметрією. Симетрування режиму.

2. Лінії електропередачі надвисокої напруги. Диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму. Лінія без утрат. Поняття про натуральну потужність.

3. Режими роботи лінії без утрат. Межа переданої потужності. Кругові діаграми ліній.

4. Підвищення пропускної спроможності ліній великого протягу. Настроювання і компенсація параметрів ліній електропередачі.

5. Оптимізація режимів електричних систем та мереж Математичні передумови оптимізації. Формулювання задачі. Прямої метод оптимізації. Метод Лагранжа. Економічні характеристики теплових агрегатів. Оптимізація розподілу активних потужностей в енергосистемі. Відносний приріст витрати палива. Обчислення відносних приростів втрат у мережах.

ЗМ 2.4. Курсовий проект

(1/36)

(назва змістового модулю)

(кількість кредитів/годин)

Навчальні елементи

1. Розрахунки балансів активної і реактивної потужностей.
2. Спрощені розрахунки поточкорозподілу.
3. Техніко-економічні розрахунки та вибір оптимального варіанту.
4. Ітераційні розрахунки сталих режимів (ручне рахування і ЕОМ).
5. Розрахунки по регулюванню напруги.
6. Вибір устроїв, що компенсують.

### 2.3. Розподіл часу за модулями і змістовими модулями та форми навчальної роботи студента (денне навчання)

Модулі (семестри) та змістові модулі	Всього, Кредит/годин	Форми навчальної роботи			
		Лекц.	Сем., Пр.	Лаб.	СРС
Модуль 1	4,5/162	36	36		90
ЗМ 1.1	1,5/54	14	14		26
ЗМ 1.2	1,5/54	12	12		30
ЗМ 1.3	1/36	10	10		16
ЗМ 1.4	0,5/18				18
Модуль 2	4/144	32	32	16	64
ЗМ 2.1	1,5/54	12	18	6	18
ЗМ 2.2	1/36	12	10	6	8
ЗМ 2.3	0,5/18	8	4	4	2
ЗМ 2.4	1/36				36

## 2.4. Лекційний курс (денне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Модуль 1</b>	
Лекція 1. Загальні зведення про електричні мережі. Введення. Місце в системі підготовки фахівців, характеристика структури і змісту курсу. Історія розвитку електричних систем і мереж.	2
Лекція 2. Загальні поняття про електричні системи. Характеристика сучасного стану Енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики. Класифікація електричних мереж. Вимоги до електричних мереж. Номінальна напруга елементів електричних систем. Система позначень.	2
Лекція 3. Умови роботи, конструктивне виконання, характеристики і параметри елементів електроенергетичних систем. Режими нейтралі в електричних мережах.	2
Лекція 4. Схеми заміщення ліній електропередачі. Характерні співвідношення між параметрами ліній різних номінальних напруг і різного конструктивного виконання. Спрощення схем заміщення.	2
Лекція 5. Основні зведення про силові трансформатори. Конструкція, каталожні дані. Схема заміщення двохобмоткового трансформатора і розрахунків її параметрів.	2
Лекція 6. Триобмоткового трансформатори. Схема заміщення, розрахунок параметрів. Автотрансформатори, їхній принцип дії і схема заміщення. Прохідна і типова потужності. Особливості розрахунку параметрів схеми заміщення.	2
Лекція 7. Статичні характеристики навантажень по напрузі і частоті. Регулюючий ефект навантаження. Засоби представлення навантажень у розрахунках електричних систем. Представлення генераторів при розрахунках сталих режимів.	2
Лекція 8. Робочі режими електричних систем. Графіки навантажень споживачів: добові, річні, по тривалості. Час найбільшого навантаження. Визначення річного споживання електричної енергії. Режими роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу.	2
Лекція 9. Баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі. Регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі. Первинне і вторинне регулювання.	2
Лекція 10. Баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах. Компенсація реактивної потужності. Устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в, мережах, що харчують і розподільних мережах.	2
Лекція 11. Розрахунки режимів електричних мереж. Цілі й особливості розрахунків електричних мереж. Векторна діаграма лінії електропередачі. Падіння і втрата напруги. Формули для розрахунку за умовами кінця і початку лінії. Розрахунок розімкнутої живлючої мережі у два етапи.	2

1	2
Розрахункові навантаження підстанцій. Спрощення, прийняті при розрахунках розподільних мереж. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.	
Лекція 12. Розрахунок режиму роботи простих замкнених мереж. Кільцева мережа, лінія з двостороннім живленням. Спільний розрахунок мереж різних номінальних напруг.	2
Лекція 13. Розрахунок складнозамкнених мереж. Метод перетворення мережі. Метод контурних потужностей. Спрощення при розрахунках однорідних електричних мереж.	2
Лекція 14. Техніко-економічні основи проектування електричних мереж. Задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж. Основні техніко-економічні показники. Техніко-економічне порівняння варіантів.	2
Лекція 15. Класифікація споживачів по ступені надійності споживачів. Урахування чинника надійності при проектуванні електричних мереж.	2
Лекція 16. Вибір номінальної напруги мережі. Вибір проводів і жив кабелів по економічній щільності току і по економічних інтервалах. Перевірка перетину за умовами допустимого нагрівання.	2
Лекція 17. Вибір перетину проводів у розподільних мережах. Особливості вибору перетину по допустимій втраті напруги. Узгодження перетину проводів з апаратурою, що захищає мережу від перегріву.	2
Лекція 16. Схеми електричних мереж. Основні типи мереж. Засоби підключення підстанцій до мережі. Типові схеми підстанцій.	2
Всього за модулем 1	36
<b>Модуль 2</b>	
Лекція 1. Якість електричної енергії і його забезпечення. Показники якості електроенергії згідно ДСТУ. Вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів. Соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.)	2
Лекція 2. Центральне і місцеве регулювання напруги в електроенергетичних системах. Регулювання напруги на електростанціях і підстанціях. Трансформатори з РПН і ПБВ. Лінійні регульовальні трансформатори.	2
Лекція 3. Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.	2
Лекція 4. Регулювання напруги зміною опору мережі і зміною потоку реактивної потужності. Розрахунок устроїв, що компенсують, за умовою регулювання напруги.	2
Лекція 5. Заходи щодо втрат потужності й енергії. Методи розрахунку втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат $\tau$ . Метод $\tau_p$ і $\tau_Q$ .	2
Лекція 6. Класифікація заходів щодо зменшення втрат електричної енергії. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в живлячих мережах. Заходи щодо зниження втрат у розподільних мережах	2
Лекція 7. Розрахунок режимів електричних мереж на ЕОМ. Елементи теорії матричного числення. Види матриць. Алгебраїчні дії з матрицями. Визначник і його властивості. Зворотна матриця і її обчислення. Матричні рівняння.	2
Лекція 8. Рівняння вузлових потенціалів. Базисний і балансуєчий вузли. Формування матриць «Y» і «Z». Алгоритми розрахунку матриць «Y» і «Z».	2

<b>1</b>	<b>2</b>
Лекція 9. Рівняння вузлових потенціалів у формі балансу вузлових потужностей. Приведення комплексних рівнянь вузлових потенціалів до речовинної форми запису. Рівняння втрат потужності в мережі.	2
Лекція 10. Методи розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ. Метод простих ітерацій і його застосування до рішення системи рівнянь із матрицею «Z». Блок-схема алгоритму. Збіжність методу простих ітерацій.	2
Лекція 11. Метод Зейделя. Рівняння і блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму електричної мережі методом Зейделя на прикладі програми РРС-9. Методи поліпшення збіжності.	2
Лекція 12. Особливі режими електричних систем. Загальна характеристика особливих режимів. Рівняння несиметричних режимів у фазних координатах і в координатах симетричних складових.	2
Лекція 13. Неповнофазні режими. Режими мереж із поперечною несиметрією. Симетрування режиму.	2
Лекція 14. Лінії електропередачі надвисокої напруги. Диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму. Лінія без утрат. Поняття про натуральну потужність.	2
Лекція 15. Режими роботи лінії без утрат. Межа переданої потужності. Кругові діаграми ліній. Підвищення пропускної спроможності ліній великого протягу. Настроювання і компенсація параметрів ліній електропередачі.	2
Лекція 16. Оптимізація режимів електричних систем та мереж Математичні передумови оптимізації. Формулювання задачі. Прямої метод оптимізації. Метод Лагранжа. Економічні характеристики теплових агрегатів. Оптимізація розподілу активних потужностей в енергосистемі. Відносний приріст витрати палива. Обчислення відносних приростів втрат у мережах.	2
Всього за модулем 2	32
Всього	68

## 2.5. Практичні (семінарські) заняття (денне навчання)

<b>Зміст</b>	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)
	<b>6.090603 ЕСЕ</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Модуль 1</b>	
Тема 1. Розрахунок радіальної розгалуженої лінії 380 В. Вибір перетину проводів.	2
Тема 2. Розрахунок петльової кабельної мережі 10 кв. Вибір перетину жил кабелів.	2
Тема 3. Розрахунок параметрів схеми заміщення лінії електропередачі.	2
Тема 4. Розрахунок параметрів схеми заміщення двохобмоткового трансформатору.	2
Тема 5. Розрахунок параметрів схеми заміщення триобмоткового трансформатору та автотрансформатору.	2



<b>1</b>	<b>2</b>
Тема 7. Контрольна робота. Здача завдань.	2
Тема 8. Розрахунок режиму роботи розімкненої мережі "у два етапи". Розрахунок утрат потужності і напруги.	2
Тема 9. Розрахунок режиму лінії з двостороннім живленням. Розрахунок кільцевої мережі.	2
Тема 10. Розрахунок складнозамкненої мереж методом контурних потужностей.	3
Тема 11. Розрахунок складнозамкненої мережі методом перетворення мережі.	3
Тема 12. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.	2
Тема 13. Контрольна робота. Здача завдань.	2
Тема 14. Розрахунок балансів активної та реактивної потужності.	2
Тема 15. Розміщення пристроїв, що компенсують, на підстанціях. Визначення варіантів схеми електропостачання пром. району.	2
Тема 16. Обґрунтування можливості технічної реалізації варіантів схеми електропостачання. Розрахунок потокорозподілу без обліку втрат потужності. Вибір номінальної напруги. Вибір перетину проводів. Розрахунок напруги у вузлах.	4
<b>Всього по модулю 1</b>	<b>36</b>
<b>Модуль 2</b>	
Тема 1. Техніко-економічне порівняння варіантів. Вибір схем підстанцій. Розрахунок капітальних витрат на будівництво ліній і підстанцій. Розрахунок щорічних витрат на експлуатацію.	2
Тема 2. Визначення очікуваного збитку від перерв електропостачання. Вибір оптимального варіанта схеми електропостачання.	4
Тема 3. Уточнені розрахунки режимів роботи мережі.	4
Тема 4. Регулювання напруги. Уточнення балансу реактивної потужності.	4
Тема 4. Розробка електричної схеми району. Визначення собівартості передачі електричної енергії. Вимоги по оформленню проекту.	2
Тема 5. Контрольна робота. Здача завдань.	2
Тема 6. Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.	2
Тема 7. Розрахунок устроїв, що компенсують, за для регулювання напруги	2
Тема 8. Розрахунки втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат $\tau$ . Метод $\tau_p$ і $\tau_Q$ .	4
Тема 9. Контрольна робота. Здача завдань	2
Тема 10. Формування матриць «Y» і «Z».	2
Тема 11. Порівняне вирішення систем рівнянь методом простих ітерацій та методом Зейделя.	2
<b>Всього по модулю 2</b>	<b>32</b>
<b>Всього по курсу</b>	<b>68</b>

## 2.6. Лабораторні роботи (денне навчання)

Зміст	Кількість годин за спеціальностями, спеціалізаціями (шифр, аббревіатура)
	ЕСЕ
Лабораторна робота 1. Регулювання напруги в електричних мережах.	2
Лабораторна робота 2. Дослідження режиму роботи замкнутої неоднорідної електричної мережі.	4
Лабораторна робота 3. Кругові діаграми потужності.	2
Лабораторна робота 4. Дослідження далекої лінії електропередачі.	4
Лабораторна робота 5. Програма розрахунку сталих режимів електричної мережі РРС-9.	4
<b>Всього</b>	<b>16</b>

## 2.7. Індивідуальні завдання:

курсний проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (денне навчання)

РГР, КП	Тематика	Зміст	Обсяг у годинах
РГР	Розрахунки електричних мереж	Розрахунки та вибір перетину проводів та жил кабелів. Розрахунки трансформаторів.	18
КП	Електропостачання промислового району	Проектування живлючої електричної мережі промислового району	36
<b>Всього</b>			<b>54</b>

## 2.8. Самостійна навчальна робота студента (денне навчання)

№ п.п.	Форми самостійної роботи	Обсяг у годинах
1.	Індивідуальна	54
2.	Вивчення навчальної літератури	40
3.	Вирішення задач	30
4.	Складання конспектів	20
5.	Проведення самоконтролю	10
<b>Всього</b>		<b>154</b>

## 2.9. Засоби контролю та структура залікового кредиту

Види та засоби контролю (тестування, контрольні роботи, індивідуальні завдання тощо)		Розподіл балів, %
1		2
<b>МОДУЛЬ 1. Поточний контроль зі змістових модулів</b>		
ЗМ 1.1	Контрольна робота.	10
ЗМ 1.2	Контрольна робота.	15

Продовження табл.

1	2	
ЗМ 1.3	Контроль за виконанням.	15
ЗМ 1.4	РГР	20
<b>Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 1</b>		40
Всього за модулем 1		100%
<b>МОДУЛЬ 2. Поточний контроль зі змістових модулів</b>		
ЗМ 2.1	Контрольна робота.	10
ЗМ 2.2	Контрольна робота.	10
ЗМ 2.3	Контроль за виконанням.	10
ЗМ 2.4	КП	30
<b>Підсумковий контроль з МОДУЛЮ 2</b>		40
Всього за модулем 1		100%

## 2.10. Інформаційно-методичне забезпечення

Бібліографічні описи, Інтернет адреси		ЗМ, де застосовується
<b>2.10.1. Рекомендована основна навчальна література</b> (підручники, навчальні посібники, інші видання)		
1	Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	ЗМ1-ЗМ2
2	Электрические системы / Под ред. В.А. Веникова: В 7 т. – Т.2. Электрические сети. – М.: Высш. шк., 1971. – 440 с.	ЗМ1-ЗМ2
3	Электрические системы и сети / Н.В. Буслова, В.Н. Винославский, Г.И. Денисенко, В.С. Перхач; под ред. Г.И. Денисенко. – К.: Вища шк., 1986. – 584 с.	ЗМ1-ЗМ2
4	Петренко Л.И. Электрические сети: Сборник задач. – Киев: Высш. шк., 1985. – 271 с.	ЗМ1
5	Сендерович Г.А. Електричні системи і мережі: короткій конспект лекцій за курсом „Електричні системи і мережі”. Харків: ХДАМГ, 2003. – 73 с.	ЗМ1-ЗМ2
6	Проектирование систем электроснабжения: Уч. пособие / О.Г.Гриб, А.Л. Ерохин, Г.А. Сендерович, К.А. Старков.– Харьков: ХГАГХ, 2002. – 185 с.	ЗМ2.4
7	Проектирование питающих сетей: Уч. пособие / О.Г.Гриб, Г.А. Сендерович, В.Н. Полищук, О.Н. Довгалюк, Д.Н. Калужный.– Харьков: ХГАГХ, 2007. – 217 с.	ЗМ2.4
<b>2.10.2. Додаткові джерела</b> (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо)		
1	Электрические сети энергетических систем / В.А. Боровиков, В.К. Косарев, Г.А. Ходот. – Л.: Энергия, 1977. – 391 с.	ЗМ1.1
2	Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.	ЗМ1.1

3	ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1997. 30 с.	3М2.1
4	Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.	3М2.4
<b>2.10.3. Методичне забезпечення</b> (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо)		
1	Методические указания к самостоятельному изучению курса «Электрические системы и сети» / Сост.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н. – Харьков: ХГАГХ, 2001.- 58 с. (Имеется электронная версия).	3М1-3М2
2	Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Електричні системи та мережі" і виконання контрольних завдань (для студентів денної форми навчання спеціальності 6.090603) / Укл.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2006.- 40 с.	3М1-3М2
3	Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Електричні системи та мережі" і виконання контрольних завдань (для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.090603) / Укладачі: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2007.- 58 с.	3М1-3М2
4	Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Електричні системи та мережі"/ Укл.: Сендерович Г.А., Щербакова П.Г., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2008.- 56 с.	3М2
5	Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Електричні системи та мережі” (для студентів 3 курсу денної та 3,4 курсів заочної форм навчання напряму 6.050701 „Електротехніка та електротехнології” (0906 – “Електротехніка”) зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”). Укл.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Щербакова П.Г., Блощенко Т.В. - Харків: ХНАМГ, 2009. - 41с.	3М1
6	Сендерович Г.А. Краткий конспект лекций по курсу «Электрические системы и сети» (для студентов IV курса заочной формы обучения специальности 7.090603) - Харьков: ХГАГХ, 2001.- 69 с. (Электронная версия)	3М1-3М2
7	Контрольный пример к курсовому проекту «Расчеты в электрических сетях» по курсу «Электрические системы и сети» / Составитель Сендерович Г.А. – Харьков: ХГАГХ, 2001.- 27 с. (Электронная версия)	3М1.4

## 2.11. Розподіл обсягу навчальної роботи студента за спеціальностями та видами навчальної роботи (заочне навчання)

(за робочими навчальними планами денної форми навчання)

Спеціальність, спеціалізація (шифр, аббревіатура)	Всього, кредит/ /годин	Семестр (и)	Години								Екзамен (семестр)	Заліки (семестр)
			Аудиторні	у тому числі			Самостійна робота	у тому числі				
				Лекції	Практичні, семінари	Лабораторні		Контр. роб.	КП/КР	РГР		
6.090603 ECE	8,5/306	6,7	38	14	14	10	268		36	18	6,7	

## 2.12. Зміст дисципліни (заочне навчання)

**Тема 1.** Вступ. Місце в системі підготовки фахівців, характеристика структури і змісту курсу. Історія розвитку електричних систем і мереж.

**Тема 2.** Загальні поняття про електричні системи. Характеристика сучасного стану енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики. Класифікація електричних мереж. Вимоги до електричних мереж. Номінальна напруга елементів електричних систем. Система позначень.

**Тема 3.** Режимы нейтралу в електричних мережах.

**Тема 4.** Схеми заміщення ліній електропередачі. Активне й індуктивне опори, активний і індуктивна провідності повітряних і кабельних ліній. Характерні співвідношення між параметрами ліній різних номінальних напруг і різного конструктивного виконання. Спрощення схем заміщення.

**Тема 5.** Основні зведення про силові трансформатори. Конструкція, каталожні дані. Схема заміщення двохобмоткового трансформатора і розрахунок її параметрів.

**Тема 6.** Триобмоткові трансформатори. Схема заміщення, розрахунок параметрів. Автотрансформатори, їхній принцип дії і схема заміщення. Прохідна і типова потужності. Особливості розрахунку параметрів схеми заміщення.

**Тема 7.** Статичні характеристики навантажень по напрузі і частоті. Регулюючий ефект навантаження. Засоби представлення навантажень у розрахунках електричних систем. Представлення генераторів при розрахунках сталих режимів.

**Тема 8.** Графіки навантажень споживачів: добові, річні, по тривалості. Час найбільшого навантаження. Визначення річного споживання електричної енергії. Режими роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу.

**Тема 9.** Баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі. Регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі. Первинне і вторинне регулювання.

**Тема 10.** Баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах. Компенсація реактивної потужності. Устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в, мережах, що харчують і розподільних мережах.

**Тема 11.** Цілі й особливості розрахунків електричних мереж. Векторна діаграма лінії електропередачі. Падіння і втрата напруги. Формули для розрахунку за умовами кінця і початку лінії. Розрахунок розімкнутої мережі, що харчує, у два етапи.

**Тема 12.** Розрахункові навантаження підстанцій. Спрощення, прийняті при розрахунках розподільних мереж. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.

**Тема 13.** Розрахунок режиму роботи простих замкнутих мереж. Кільцева мережа, лінія з двостороннім харчуванням. Петлеві мережі і їхні розрахункові режими. Спільний розрахунок мереж різних номінальних напруг.

**Тема 14.** Розрахунок складнозамкнених мереж. Метод перетворення мережі. Метод контурних потужностей. Спрощення при розрахунках однорідних електричних мереж.

**Тема 15.** Задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж. Основні техніко-економічні показники. Техніко-економічне порівняння варіантів.

**Тема 16.** Класифікація споживачів по ступені надійності споживачів. Урахування чинника надійності при проектуванні електричних мереж.

**Тема 17.** Вибір номінальної напруги мережі. Вибір проводів і жив кабелів по економічній щільності току і по економічних інтервалах. Перевірка перетину за умовами допустимого нагрівання.

**Тема 18.** Вибір перетину проводів у розподільних мережах. Особливості вибору перетину по допустимій втраті напруги. Узгодження перетину проводів з апаратурою, що захищає мережу від перегріву.

**Тема 19.** Схеми електричних мереж. Основні типи мереж. Засоби підключення підстанцій до мережі. Типові схеми підстанцій.

**Тема 20.** Показники якості електроенергії за ДСТУ. Вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів. Соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.)

**Тема 21.** Центральне і місцеве регулювання напруги в електроенергетичних системах. Регулювання напруги на електростанціях і підстанціях. Трансформатори з РПН і ПБВ. Лінійні регулювальні трансформатори.

**Тема 22.** Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.

**Тема 23.** Регулювання напруги зміною опору мережі і зміною потоку реактивної потужності. Розрахунок устроїв, що компенсують, за умовою регулювання напруги.

**Тема 24.** Методи розрахунку втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат  $\tau$ . Метод  $\tau_p$  і  $\tau_Q$ .

**Тема 25.** Класифікація заходів щодо зменшення втрат електричної енергії. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в мережах, що харчують. Заходи щодо зниження втрат у розподільних мережах.

**Тема 26.** Елементи теорії матричного числення. Види матриць. Алгебраїчні дії з матрицями. Визначник і його властивості. Зворотна матриця і її обчислення. Матричні рівняння.

**Тема 27.** Рівняння вузлових потенціалів. Базисний і балансуєчий вузли. Формування матриць «Y» і «Z». Алгоритми розрахунку матриць «Y» і «Z».

**Тема 28.** Рівняння вузлових потенціалів у формі балансу вузлових потужностей. Приведення комплексних рівнянь вузлових потенціалів до речовинної форми запису. Рівняння втрат потужності в мережі.

**Тема 29.** Методи розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ. Метод простих ітерацій і його застосування до рішення системи рівнянь із матрицею «Z». Блок-схема алгоритму. Збіжність методу простих ітерацій.

**Тема 30.** Метод Зейделя. Рівняння і блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму електричної мережі методом Зейделя на прикладі програми РРС-9. Методи поліпшення збіжності.

**Тема 31.** Ітераційний метод Ньютона. Матриця Якобі для електричної мережі й алгоритм її формування для ЕОМ. Блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму методом Ньютона.

**Тема 32.** Градієнтний метод рішення системи алгебраїчних рівнянь. Метод якнайшвидшого спуска. Вибір кроку. Алгоритм розрахунку градієнтним методом.

**Тема 33.** Загальна характеристика особливих режимів. Рівняння несиметричних режимів у фазних координатах і в координатах симетричних складових. Неповнофазні режими. Режими мереж із поперечною несиметрією. Симетрування режиму.

**Тема 34.** Диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму. Лінія без утрат. Поняття про натуральну потужність.

**Тема 35.** Режими роботи лінії без утрат. Межа переданої потужності. Кругові діаграми ліній.

**Тема 36.** Підвищення пропускної спроможності ліній великого протягу. Настроювання і компенсація параметрів ліній електропередачі.

**Тема 37.** Математичні передумови оптимізації. Формулювання задачі. Прямої метод оптимізації. Метод Лагранжа.

**Тема 38.** Економічні характеристики теплових агрегатів. Оптимізація розподілу активних потужностей в енергосистемі. Відносний приріст витрати палива. Обчислення відносних приростів втрат у мережах.

**Тема 39.** Розподіл активного навантаження в енергосистемі з тепловими і гідравлічними електростанціями.

**Тема 40.** Розподіл генерації реактивної потужності в електричній системі. Комплексна задача розподілу активних і реактивних потужностей.



**Тема 41.** Вибір потужності устроїв, що компенсують, на підстанції. Оптимізація з умови мінімальних утрат. Оптимізація з умови мінімальних приведених витрат.

### 2.13. Тематичний план (розподіл часу за темами, формами і видами навчальної роботи) (заочне навчання)

Зміст навчальної дисципліни	Обсяг у годинах			
	Заочне навчання			
	Л	П	Лз	СРС
1	2	3	4	5
<b>Тема 1.</b> Введення. Місце в системі підготовки фахівців, характеристика структури і змісту курсу. Історія розвитку електричних систем і мереж.	1			1
<b>Тема 2.</b> Загальні поняття про електричні системи. Характеристика сучасного стану Енергетики в Україні, країнах СНД і світової енергетики. Класифікація електричних мереж. Вимоги до електричних мереж. Номінальна напруга елементів електричних систем. Система позначень.	1	1		1
<b>Тема 3.</b> Режимы нейтралі в електричних мережах.	1	1		2
<b>Тема 4.</b> Схеми заміщення ліній електропередачі. Активне й індуктивне опори, активний і індуктивна провідності повітряних і кабельних ліній. Характерні співвідношення між параметрами ліній різних номінальних напруг і різного конструктивного виконання. Спрощення схем заміщення.	1	2		2
<b>Тема 5.</b> Основні зведення про силові трансформатори. Конструкція, каталожні дані. Схема заміщення двохобмоткового трансформатора і розрахунок її параметрів.	1	1		4
<b>Тема 6.</b> Триобмоткові трансформатори. Схема заміщення, розрахунок параметрів. Автотрансформатори, їхній принцип дії і схема заміщення. Прохідна і типова потужності. Особливості розрахунку параметрів схеми заміщення.	1	2		6
<b>Тема 7.</b> Статичні характеристики навантажень по напрузі і частоті. Регулюючий ефект навантаження. Засоби представлення навантажень у розрахунках електричних систем. Представлення генераторів при розрахунках сталих режимів.	1	1		4
<b>Тема 8.</b> Графіки навантажень споживачів: добові, річні, по тривалості. Час найбільшого навантаження. Визначення річного споживання електричної енергії. Режимы роботи електричних станцій у залежності від їхнього типу.	2	1		2
<b>Тема 9.</b> Баланс активної потужності і його зв'язок із частотою в системі. Регулювання швидкості обертання турбіни і частоти в системі. Первинне і вторинне регулювання.	1	2		6
<b>Тема 10.</b> Баланс реактивної потужності і його зв'язок рівнем напруги в системі і напругою в окремих її частинах. Компенсація реактивної потужності. Устрої, що компенсують, і їхнє розміщення в, мережах, що харчують і розподільних мережах.	2	2		4

1	2	3	4	5
<b>Тема 11.</b> Цілі й особливості розрахунків електричних мереж. Векторна діаграма лінії електропередачі. Падіння і втрата напруги. Формули для розрахунку за умовами кінця і початку лінії. Розрахунок розімкнутої живильної мережі у два етапи.	2	2		6
<b>Тема 12.</b> Розрахункові навантаження підстанцій. Спрощення, прийняті при розрахунках розподільних мереж. Розрахунок лінії з рівномірно розподіленим навантаженням.	1	2		6
<b>Тема 13.</b> Розрахунок режиму роботи простих замкнутих мереж. Кільцева мережа, лінія з двостороннім харчуванням. Петлеві мережі і їхні розрахункові режими. Спільний розрахунок мереж різних номінальних напруг.	2	4		8
<b>Тема 14.</b> Розрахунок складнозамкнених мереж. Метод перетворення мережі. Метод контурних потужностей. Спрощення при розрахунках однорідних електричних мереж.	2	2		8
<b>Тема 15.</b> Задачі і стадійність проектування електричних систем і мереж. Основні техніко-економічні показники. Техніко-економічне порівняння варіантів.	1	2		4
<b>Тема 16.</b> Класифікація споживачів по ступені надійності споживачів. Урахування чинника надійності при проектуванні електричних мереж.	2	2		4
<b>Тема 17.</b> Вибір номінальної напруги мережі. Вибір проводів і жив кабелів по економічній щільності току і по економічних інтервалах. Перевірка перетину за умовами допустимого нагрівання.	2	2		6
<b>Тема 18.</b> Вибір перетину проводів у розподільних мережах. Особливості вибору перетину по допустимій втраті напруги. Узгодження перетину проводів з апаратурою, що захищає мережу від перегріву.	2	1		6
<b>Тема 19.</b> Схеми електричних мереж. Основні типи мереж. Засоби підключення підстанцій до мережі. Типові схеми підстанцій.	2	2		4
<b>Тема 20.</b> Показники якості електроенергії за ДСТУ. Вплив якості електроенергії на роботу мереж і електроприймачів. Соціальні проблеми якості електроенергії (безпека, комфортність, продуктивність праці й ін.)	2	1		2
<b>Тема 21.</b> Центральне і місцеве регулювання напруги в електроенергетичних системах. Регулювання напруги на електростанціях і підстанціях. Трансформатори з РПН і ПБВ. Лінійні регулювальні трансформатори.	2	2		4
<b>Тема 22.</b> Розрахунок ступіней регулювання трансформаторів і авто трансформаторів. Вибір ЛРТ.	2	2		4
<b>Тема 23.</b> Регулювання напруги зміною опору мережі і зміною потоку реактивної потужності. Розрахунок устроїв, що компенсують, за умовою регулювання напруги.	2	2	4	4
<b>Тема 24.</b> Методи розрахунку втрат енергії. Метод графічного інтегрування. Розрахунок за часом найбільших утрат $\tau$ . Метод $\tau_p$ і $\tau_Q$ .	2	1		4
<b>Тема 25.</b> Класифікація заходів щодо зменшення втрат електричної енергії. Заходи щодо зниження втрат електроенергії в мережах, що живлять. Заходи щодо зниження втрат у розподільних мережах.	2	1	4	6

1	2	3	4	5
<b>Тема 26.</b> Елементи теорії матричного числення. Види матриць. Алгебраїчні дії з матрицями. Визначник і його властивості. Зворотна матриця і її обчислення. Матричні рівняння.	1	2		4
<b>Тема 27.</b> Рівняння вузлових потенціалів. Базисний і балансуєчий вузли. Формування матриць «Y» і «Z». Алгоритми розрахунку матриць «Y» і «Z».	2	2		4
<b>Тема 28.</b> Рівняння вузлових потенціалів у формі балансу вузлових потужностей. Приведення комплексних рівнянь вузлових потенціалів до речовинної форми запису. Рівняння втрат потужності в мережі.	2	2		2
<b>Тема 29.</b> Методи розрахунку режимів електричних мереж на ЕОМ. Метод простих ітерацій і його застосування до рішення системи рівнянь із матрицею «Z». Блок-схема алгоритму. Збіжність методу простих ітерацій.	1	2		2
<b>Тема 30.</b> Метод Зейделя. Рівняння і блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму електричної мережі методом Зейделя на прикладі програми РРС-9. Методи поліпшення збіжності.	2	1	4	6
<b>Тема 31.</b> Ітераційний метод Ньютона. Матриця Якобі для електричної мережі й алгоритм її формування для ЕОМ. Блок-схема алгоритму розрахунку сталого режиму методом Ньютона.	2	2		2
<b>Тема 32.</b> Градієнтний метод рішення системи алгебраїчних рівнянь. Метод якнайшвидшого спуска. Вибір кроку. Алгоритм розрахунку градієнтним методом.	2	2		2
<b>Тема 33.</b> Загальна характеристика особливих режимів. Рівняння несиметричних режимів у фазних координатах і в координатах симетричних складових. Неповнофазні режими. Режими мереж із поперечною несиметрією. Симетрування режиму.	2	1		2
<b>Тема 34.</b> Диференціальні рівняння лінії електропередачі і рівняння для сталого режиму. Лінія без утрат. Поняття про натуральну потужність.	2	2	2	6
<b>Тема 35.</b> Режими роботи лінії без утрат. Межа переданої потужності. Кругові діаграми ліній.	1	2	2	5
<b>Тема 36.</b> Підвищення пропускної спроможності ліній великого протягу. Налаштування і компенсація параметрів ліній електропередачі.	2	2		2
<b>Тема 37.</b> Математичні передумови оптимізації. Формулювання задачі. Прямої метод оптимізації. Метод Лагранжа.	2	1		2
<b>Тема 38.</b> Економічні характеристики теплових агрегатів. Оптимізація розподілу активних потужностей в енергосистемі. Відносний приріст витрати палива. Обчислення відносних приростів втрат у мережах.	2	1		2
<b>Тема 39.</b> Розподіл активного навантаження в енергосистемі з тепловими і гідравлічними електростанціями.	2	2		1
<b>Тема 40.</b> Розподіл генерації реактивної потужності в електричній системі. Комплексна задача розподілу активних і реактивних потужностей.	2	2		2
<b>Тема 41.</b> Вибір потужності устроїв, що компенсують, на підстанції. Оптимізація з умови мінімальних утрат. Оптимізація з умови мінімальних приведених витрат.	1	1		2
<b>Всього</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>16</b>	<b>154</b>

## 2.14. Індивідуальні завдання:

### курсний проект (робота), РГР, контрольна робота тощо (заочне навчання)

Навчальним планом підготовки бакалавра напряму 6.050701 „Електротехніка та електротехнології” (0906 – „Електротехніка”) зі спеціальності „Електротехнічні системи електроспоживання” передбачено виконання розрахунково-графічної роботи в 6 семестрі та курсової роботи – у 7 семестрі.

Розрахунково-графічна робота присвячена розрахунку електричної мережі 10 кВ. Метою роботи є вироблення в студентів навичок практичного розрахунку навантаження споживачів, вибору та перевірки перерізу кабельних та повітряних ліній в розподільних мережах.

З цією метою в розрахунково-графічній роботі студенти відповідно до індивідуального завдання повинні:

- розрахувати навантаження ТП 10/0,4кВ;
- вибрати потужність силових трансформаторів ТП 10/0,4кВ;
- вибрати переріз проводів або кабелів ліній електропередачі в мережі 10кВ(відповідно до завдання);
- Зробити перевірку вибраних перерізів за необхідними умовами;

Обсяг розрахунково-графічної роботи становить 30 годин.

Курсовий проект присвячений розрахункам, які потрібні для проектування електричних мереж. Метою проекту є вироблення в студентів практичних навичок проектування електричних живлячих мереж з урахуванням усіх вимог, які пред'являють до електричних мереж, тобто: надійність й безперебійність електропостачання, якість електричної енергії, економічність, безпека й зручність експлуатації, можливість розвитку мережі без докорінної перебудови.

З цією метою в курсовому проекті студенти відповідно до індивідуального завдання повинні провести:

- розрахунки балансів активної і реактивної потужностей;
- спрощені розрахунки потякорозподілу;
- техніко-економічні розрахунки та вибір оптимального варіанту;

- ітераційні розрахунки сталих режимів (ручне рахування і ЕОМ);
- розрахунки по регулюванню напруги;
- вибір устроїв, що компенсують.

Обсяг курсового проекту становить 50 годин.

## 2.15. Засоби контролю (заочне навчання)

**Засоби і форми поточного контролю** (Контрольні роботи, тестування та ін.)

Види контролю та їх стислий зміст	Обсяг у годинах
	Заочне навчання
1. Письмова контрольна робота (розрахунок параметрів схеми заміщення та втрат потужності трансформаторів й автотрансформаторів).	2
2. Письмова контрольна робота (розрахунок режимів простих електричних мереж).	2
3. РГР (Розрахунок розподільної мережі 10 кВ)	30
4. Курсовий проект (Розрахунок живильної мережі)	50
5. Захист звіту з лабораторної роботи №1 (Регулювання напруги в електричних мережах)	0,5
6. Захист звіту з лабораторної роботи № 2 (Дослідження режиму роботи замкнутої неоднорідної електричної мережі)	0,5
7. Захист звіту з лабораторної роботи № 3 (Кругові діаграми потужності)	0,5
8. Захист звіту з лабораторної роботи №4 (Дослідження далекої лінії електропередачі)	0,5
9. Захист звіту з лабораторної роботи № 5 (Програма розрахунків сталих режимів електричної мережі РРС-9)	0,5

## Засоби і форми підсумкового контролю

Види контролю та їх стислий зміст
1. Іспит (усний)
2. Іспит (усний)

## 2.16. Інформаційно-методичне забезпечення

Бібліографічні описи, Інтернет адреси		ЗМ, де застосовується
<b>2.16.1. Рекомендована основна навчальна література</b> (підручники, навчальні посібники, інші видання)		
1	Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.	ЗМ1-ЗМ2
2	Электрические системы / Под ред. В.А. Веникова: В 7 т. – Т.2. Электрические сети. – М.: Высш. шк., 1971. – 440 с.	ЗМ1-ЗМ2
3	Электрические системы и сети / Н.В. Буслова, В.Н. Винославский, Г.И. Денисенко, В.С. Перхач; под ред. Г.И. Денисенко. – К.: Вища шк., 1986. – 584 с.	ЗМ1-ЗМ2
4	Петренко Л.И. Электрические сети: Сборник задач. – Киев: Высш. шк., 1985. – 271 с.	ЗМ1
5	Сендерович Г.А. Електричні системи і мережі: короткий конспект лекцій за курсом „Електричні системи і мережі”. Харків: ХДАМГ, 2003. – 73 с.	ЗМ1-ЗМ2
6	Проектирование систем электроснабжения: Уч. пособие / О.Г.Гриб, А.Л. Ерохин, Г.А. Сендерович, К.А. Старков.– Харьков: ХГАГХ, 2002. – 185 с.	ЗМ2.4
7	Проектирование питающих сетей: Уч. пособие / О.Г.Гриб, Г.А. Сендерович, В.Н. Полищук, О.Н. Довгалюк, Д.Н. Калужный.– Харьков: ХГАГХ, 2007. – 217 с.	ЗМ2.4
<b>2.16.2. Додаткові джерела</b> (довідники, нормативні видання, сайти Інтернет тощо)		
1	Электрические сети энергетических систем / В.А. Боровиков, В.К. Косарев, Г.А. Ходот. – Л.: Энергия, 1977. – 391 с.	ЗМ1.1
2	Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электрических станций и подстанций: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.	ЗМ1.1
3	ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1997. 30 с.	ЗМ2.1
4	Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.	ЗМ2.4
<b>2.16.3. Методичне забезпечення</b> (реєстр методичних вказівок, інструкцій до лабораторних робіт, планів семінарських занять, комп'ютерних програм, відео-аудіо-матеріалів, плакатів тощо)		
1	Методические указания к самостоятельному изучению курса «Электрические системы и сети» / Сост.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н. – Харьков: ХГАГХ, 2001.- 58 с. (Имеется электронная версия).	ЗМ1-ЗМ2
2	Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Елек-	ЗМ1-ЗМ2

	тричні системи та мережі" і виконання контрольних завдань (для студентів денної форми навчання спеціальності 6.090603) / Укл.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2006.- 40 с.	
3	Методичні вказівки до самостійного вивчення курсу "Електричні системи та мережі" і виконання контрольних завдань (для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.090603) / Укладачі: Сендерович Г.А., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2007.- 58 с.	ЗМ1-ЗМ2
4	Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Електричні системи та мережі"/ Укл.: Сендерович Г.А., Щербакова П.Г., Довгалюк О.Н., Калюжний Д.М. - Харків: ХГАГХ, 2008.- 56 с.	ЗМ2
5	Методичні вказівки до практичних занять з курсу "Електричні системи та мережі" (для студентів 3 курсу денної та 3,4 курсів заочної форм навчання напряму 6.050701 „Електротехніка та електротехнології” (0906 – “Електротехніка”) зі спеціальності “Електротехнічні системи електроспоживання”). Укл.: Сендерович Г.А., Довгалюк О.М., Калюжний Д.М., Щербакова П.Г., Блощенко Т.В. - Харків: ХНАМГ, 2009. - 41с.	ЗМ1
6	Сендерович Г.А. Краткий конспект лекций по курсу «Электрические системы и сети» (для студентов IV курса заочной формы обучения специальности 7.090603) - Харьков: ХГАГХ, 2001.- 69 с. (Электронная версия)	ЗМ1-ЗМ2
7	Контрольный пример к курсовому проекту «Расчеты в электрических сетях» по курсу «Электрические системы и сети» / Составитель Сендерович Г.А. – Харьков: ХГАГХ, 2001.- 27 с. (Электронная версия)	ЗМ1.4

## **НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ**

**Барбашов** Ігор Володимирович,  
**Сендерович** Геннадій Аркадійович,  
**Калюжний** Дмитро Миколайович,  
**Щербакова** Поліна Геннадіївна

Програма навчальної дисципліни та робоча програма з курсу

### **«Електричні системи та мережі»**

(для студентів 3 курсу денної та 3, 4 курсів заочної форм навчання напрямів 6.050701 – “Електротехніка та електротехнології” (0906 – „Електротехніка”) зі спеціальності „Електротехнічні системи електроспоживання”).

Відповідальний за випуск О.Г. Гриб

Комп’ютерна верстка: Н.М. Колісник

План 2010, поз. 140 Р

---

Підп. до друку 19.04.2010 р.

Друк на ризографі

Тираж 10 пр.

Формат 60x84 1/16

Ум. друк. арк. 1,7

Зам. № 6121

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи: ДК №731 від 19.12.2001