



Електричні мережі та системи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інженіринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів ECTS (180 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР, РР</i>
Розклад занять	<i>36 год.-лекції, 36 год.-практичні, 18 год.-лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович, meyta@meta.ua</i> Практичні: <i>к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович, meyta@meta.ua</i> Лабораторні: <i>к.ф-м.н., асистент Осадчук Микола Павлович, 13717421@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, cmtlvxb</i>

Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються основні принципи побудови електричних мереж та систем для забезпечення електричною енергією підприємств і організації електротехнічного господарства. Аналізуються та вивчаються їх основні показники, властивості, характеристики, інженерні методи визначення основних параметрів та проектування електричних мереж, вибору обладнання трансформаторних підстанцій та розподільчих пунктів на основі номінальних даних електричних приймачів, визначення та оптимізації їх техніко-економічних характеристик.

Мета вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань теорії, конструктивного влаштування, проектування та експлуатації електричних мереж та систем.

Предметом вивчення дисципліни являється улаштування та проектування електричних мереж різних класів номінальних напруг, характерні параметри та особливості передачі та розподілу електричної енергії, розрахунок та вибір основного електротехнічного обладнання, аналіз електроспоживання підприємства, забезпечення електробезпеки та оптимального режиму роботи у відповідності до проектних умов. Вивчення цих питань базується на Теоретичних основах електротехніки, Електричних машинах, Фізиці. Суміжними дисциплінами являються: Електропривод, Автоматизація технологічних процесів, Електрообладнання станцій та підстанцій, Релейний захист та автоматизація енергосистем.

В результаті вивчення дисципліни «Електричні мережі та системи» студенти отримують такі компетентності:

- загальні:

- 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2)
- 3) здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3),
- 4) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5),
- 5) Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6).
- 6) здатність працювати в команді (ЗК7),
- 7) здатність працювати автономно (ЗК8),

- фахові: надто багато, залишити основні

1) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (ФК1),

2) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2),

3) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг (ФК3),

4) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.(ФК4),

5) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.(ФК5),

6) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.(ФК6),

7) Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання (ФК7),

8) здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8),

9) усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9),

10) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10),

11) здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах (ФК11),

12) здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам (ФК13),

13) забезпечувати технологічність електротехнічного, електромеханічного та мехатронного устаткування та обладнання і процесів їх виготовлення для виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії (ФК16),

14) здатність продемонструвати знання і навички комерційного та економічного контексту для проектування електромеханічних та мехатронних систем енергоємних виробництв (ФК17),

15) здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти та вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування Технічних рішень (ФК18)

та програмі результати навчання: надто багато, залишити основні

1) 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. (ПРН1),

2) Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань. (ПРН2),

3) Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН3),

4) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН7),

- 5) уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПРН9),
- 6) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10),
- 7) розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН12),
- 8) Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни (ПРН13).
- 9) знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН16),
- 10) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж (ПРН17),
- 11) вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18),
- 12) застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні (ПРН19),
- 13) демонструвати знання та розуміння фундаментальних, природничих і інженерних дисциплін, зокрема фізики, електротехніки, схмотехніки та мікропроцесорної техніки на рівні, необхідному для аналізу функціонування та безпечної експлуатації електромеханічних та мехатронних пристроїв (ПРН21),
- 14) демонструвати вміння виконувати техніко-економічне обґрунтування розроблення електромеханічних та мехатронних систем та вміти оцінювати економічну ефективність від їх впровадження, демонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту для проектування та впровадження новітніх технологій. (ПРН23).
- 15) методів організації роботи і координації діяльності персоналу, який обслуговує електромеханічні об'єкти і який виконує роботи в області монтажу, налагодження та технічного обслуговування засобів контролю зовнішнього середовища вибухо- та іскробезпечного обладнання, контролю стану ізоляції електричних мереж, засобів охорони, пожежної та охоронно-пожежної сигналізації, блискавкозахисту, оповіщення та евакуації при виникненні небезпечних ситуацій (ПРН24).

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

Вивчення дисципліни базується на курсах: Фізика, Теоретичні основи електротехніки. Суміжними дисциплінами являються: Електропривод, Електрична частина станцій та підстанцій, Автоматизація технологічних процесів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 7 розділів:

Розділ 1. Електроприймачі промислових підприємств, джерела живлення та системи живлення промислових підприємств

Тема 1.1. Вступ до вивчення курсу. Загальні питання електропостачання.

Розділ 2. Електричні навантаження та їх розрахунок

Тема 2.1. Графіки електричних навантажень

Тема 2.2. Методи визначення розрахункових навантажень.

Розділ 3. Основні відомості про будову підстанцій промислових підприємств

Тема 3.1. Схеми приєднання до енергосистеми. Розподільчі пристрої 6-10 кВ ГПП

Розділ 4. Устрій електричних мереж

Тема 4.1. Електричні мережі систем електропостачання промислових районів і підприємств

Тема 4.2. Схеми живлення промислових підприємств.

Тема 4.3. Призначення та конструктивне виконання промислових ліній

Розділ 5. Основи теорії розрахунку електричних мереж

Тема 5.1. Розрахунок електричних мереж.

Тема 5.2. Техніко-економічні розрахунки в електропостачанні.

Тема 5.3. Компенсація реактивної потужності.

Розділ 6. Методи розрахунку мереж в усталеному та перехідному режимах

Тема 6.1. Перехідні процеси та параметри КЗ.

Тема 6.2. Способи розрахунку струмів КЗ.

Тема 6.3. Вибір апаратів та струмопровідних частин.

Розділ 7. Електробезпека та, контроль якості електроенергії

Тема 7.1. Призначення, виконання та розрахункові параметри захисту.

Тема 7.2. Захисти з відносною селективністю

Тема 7.3. Захисти з абсолютною селективністю

Тема 7.4. Заземлення електроустановок. Захист від перенапруг.

Тема 7.5. Автоматизація в системі електропостачання промислових підприємств.

Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Князевский Б.Н., Липкин Б.Ю. Злектроснабжение промышленных предприятий. -М.:Высшая школа 1979. - 432с.
2. А.А. Малиновський Основи електропостачання: навч. посібник / Малиновський А.А., Хохулін Б.К. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 324 с.
3. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемехника в системах злектроснабжения. - М.:Высшая школа, 1985.-390с.

Додаткова література

4. Федоров А.А. Злектроснабжение промышленных предприятий. -М.:Энергия, 1981.-360с.
5. Справочник по злектроснабжению и злектрооборудованию./ Том I. Злектроснабжение. Под редакцией А.А.Федорова.-М.:Энергоатомиздат,1986.-567с.
6. Справочник по злектроснабжению и злектрооборудованию./ Том II. Под ред. А.А.Федорова.- М.:Энергоиздат, 1987.-591с.
7. Буслова Н.В., Винославский В.Н., Денисенко Г.И., Пернач В.С. Злектрические системы и сети. Киев; Вища школа, 1986.-583с.
8. Електричні мережі та системи:Розрахункова роботи [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітніх програм «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» та «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, О. В. Мейта. – Електронні текстові данні (1 файл: 6,99 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.– 50 с.

Інформаційні ресурси

9. <http://emoev.kpi.ua>

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Електроприймачі промислових підприємств, джерела живлення та системи живлення промислових підприємств					
Тема 1.1. Вступ до вивчення курсу. Загальні питання електропостачання;	2	2	-	-	
Разом за розділом 1	2	2	-	-	-
Розділ 2. Електричні навантаження та їх розрахунок					
Тема 2.1. Графіки електричних навантажень.	12	2	4	4	2
Тема 2.2. Методи визначення	8	2	4	-	2

розрахункових навантажень					
Разом за розділом 2	20	4	8	4	4
Розділ 3. Основні відомості про будову підстанцій промислових підприємств					
Тема 3.1 Схеми приєднання до енергосистеми. Розподільчі пристрої 6-10 кВ ГПП.	6	2	2	-	2
Разом за розділом 3	6	2	2	-	2
Розділ 4. Устрій електричних мереж					
Тема 4.1. Електричні мережі систем електропостачання промислових районів і підприємств	6	2	-	2	2
Тема 4.2. Схеми живлення промислових підприємств.	6	2	-	2	2
Тема 4.3. Призначення та конструктивне виконання промислових ліній електропередачі.	10	2	2	2	2
Разом за розділом 4	22	8	2	6	6
Розділ 5. Основи теорії розрахунку електричних мереж					
Тема 5.1. Розрахунок електричних мереж.	8	2	4	-	2
Тема 5.2. Техніко-економічні розрахунки в електропостачанні.	6	2	2	-	2
Тема 5.3. Компенсація реактивної потужності.	8	2	2	2	2
Разом за розділом 5	22	6	8	2	6
Розділ 6. Методи розрахунку мереж в усталеному та перехідному режимах					
Тема 6.1. Перехідні процеси та параметри КЗ.	4	2	2	-	-
Тема 6.2. Способи розрахунку струмів КЗ.	10	2	4	-	4
Тема 6.3. Вибір апаратів та струмопровідних частин.	10	2	2	2	4
Разом за розділом 6	24	6	8	2	8
Розділ 7. Електробезпека та контроль якості електроенергії					
Тема 7.1. Призначення, виконання та розрахункові параметри захисту.	6	2	2	2	-
Тема 7.2. Захисти з відносною селективністю	6	2	2	-	2
Тема 7.3. Захисти з абсолютною селективністю	2	2	-	-	-
Тема 7.4. Заземлення електроустановок.	10	2	4	2	2
Тема 7.5. Автоматизація в системі електропостачання промислових підприємств.	2	2		-	-
Разом за розділом 7	26	10	8	4	4
РР					8
<i>Іспит</i>	30				30
<i>Всього годин</i>	180	36	36	18	90

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	<u>Розділ 1 Електроприймачі промислових підприємств, джерела живлення та системи живлення промислових підприємств</u>
1	<p>Тема 1.1 Вступ до вивчення курсу. <u>Лекція . 1</u> Базові дисципліни навчального плану вивчення курсу "Електричні мережі та системи". Методична база курсу. Загальні питання електропостачання; нормативні документи улаштування систем електропостачання, однолінійні схеми електропостачання та графічні та умовні позначення елементів схеми. Загальні відомості про електропостачання. Основні визначення. Джерела постачання електричної енергії споживачам. Енергетична система та її структура. Споживачі електроенергії та їх класифікація. Категорії електроприймачів за надійністю.</p> <p>Рекомендована література: [2] стор. 8-20.</p> <p>СРС: Особливості техніко-економічних розрахунків електропостачання.</p>
	<u>Розділ 2 Електричні навантаження та їх розрахунок</u>
2	<p>Тема 2.1 Графіки електричних навантажень. <u>Лекція 2</u> Загальні відомості та визначення. Індивідуальні графіки навантажень. Групові графіки навантажень. Показники графіків навантаження. Розрахункові навантаження.</p> <p>Рекомендована література:[1] стор. 95-99.</p> <p>СРС: Регулювання графіків електричних навантажень.</p>
3	<p>Тема 2.2 Методи визначення розрахункових навантажень <u>Лекція . 3.</u> Головна мета визначення розрахункових навантажень та методи. Визначення розрахункового максимуму навантаження методом коефіцієнту попиту. Визначення розрахункового максимуму навантаження методом впорядкованих діаграм. Допоміжні методи визначення електричних навантажень. Визначення навантаження за середньою потужністю і коефіцієнтом форми графіка. Визначення навантаження за питомими втратами електроенергії. Визначення центру електричних навантажень.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 99-109.</p> <p>СРС: Імовірнісні методи визначення навантажень</p>
	<u>Розділ 3 Основні відомості про будову підстанцій промислових підприємств</u>
4	<p>Тема 3.1 Схеми приєднання до енергосистеми. <u>Розподільчі пристрої 6-10 кВ ГПП</u> <u>Лекція. 4.</u> Призначення і класифікація підстанцій(ГПП, ПГВ, ЦРП, ТП). Схеми вводів напруги 35-220 кВ до трансформаторів ГПП(ПГВ) в залежності від схеми мережі зовнішнього електропостачання.. Схеми розподільчих пристроїв на напругу 6-10 кВ зі збірними шинами. Секціонування розподільчих пристроїв. Комплектація і схеми комутації РП-6(10) на базі шаф комплектних розподільчих пристроїв(КРП). Розомкнуті і замкнуті схеми розподілу електроенергії на підприємстві.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 219-240.</p> <p>СРС: Розподільчі пристрої на напругу 35-220 кВ..Комплектні трансформаторні підстанції КТП.</p>
	<u>Розділ 4. Устрій електричних мереж</u>
5	<p>Тема 4.1 Електричні мережі систем електропостачання промислових районів і підприємств <u>Лекція.5</u> Загальні відомості та вимоги до електричних мереж. Класифікація електричних мереж. Режими роботи нейтралі електричних мереж. Мережі з ізольованою, глухозаземленою та компенсованою нейтраліями. Сфера застосування та особливості режимів роботи. Структура та схеми з'єднань мереж.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 219-240.</p> <p>СРС:</p>
6	<p>Тема 4.2 Схеми живлення промислових підприємств. <u>Лекція . 6</u> Основні принципи побудови схем електропостачання. Схеми електропостачання підприємств від енергосистеми. Схеми живлення електричною енергією від власної електростанції. Схема мереж зовнішнього електропостачання промислових підприємств. Принципи</p>

	<p>побудови схем живлення підприємств. Електропостачання від енергосистеми та схеми приєднань підстанцій глибокого вводу 110-220 кВ. Схеми розподільних мереж 6-10 кВ. Розподіл електричної енергії за радіальною схемою. Розподіл електричної енергії за магістральною схемою</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 136-142.</p> <p>СРС: Вибір напруги живлення електроенергією підприємства.</p>
7	<p>Тема 4.3 Призначення та конструктивне виконання промислових ліній електропередачі. <u>Лекція .7</u> Улаштування повітряних ліній. Опори, провідники, ізолятори. Улаштування кабельних ліній. Конструкція та маркування кабелю. Способи прокладки кабелю.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 160-182.</p> <p>СРС: Струмопроводи. Відкриті та закриті струмопроводи. Гнучкі струмопроводи. Електропроводи.</p>
	<p>Тема 5. Основи теорії розрахунку електричних мереж</p>
8	<p>Тема 5.1 Розрахунок електричних мереж. <u>Лекція. 8</u> Розрахунок розподільчих електричних мереж промислових підприємств. Вибір перерізу провідників ПЛ та жил кабелів за нагрівом в нормальному тривалому режимі за економічною густиною струму. Розрахунок мереж за допустимими втратами напруги. Електричний розрахунок ЛЕП напругою вище 35кВ Техніко-економічні питання вибору перерізу провідників ліній.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 198-212.</p> <p>СРС: Особливості електричного розрахунку мереж 35-220 кВ.</p>
9	<p>Тема 5.2 Техніко-економічні розрахунки в електропостачанні. <u>Лекція . 9</u> Техніко-економічні розрахунки в електропостачанні. Особливості техніко-економічних розрахунків. Втрати потужності та енергії в лініях. Втрати потужності та енергії в трансформаторах.</p> <p>Рекомендована література: : [1] стор. 115-124.</p> <p>СРС: Втрати потужності та енергії в реакторах</p>
10	<p>Тема 5.3 Компенсація реактивної потужності. <u>Лекція . 10</u> Загальні відомості і поняття реактивної потужності. Споживачі реактивної. Визначення величини реактивної компенсуючих засобів. Вибір компенсуючих пристроїв і місця їх установки в схемі електропостачання.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 246-263.</p> <p>СРС: Зниження реактивної потужності компенсуючими пристроями. Техніко-економічні розрахунки вибору компенсуючих пристроїв.</p>
	<p>Розділ 6. Методи розрахунку мереж в усталеному та перехідному режимах</p>
11	<p>Тема 6.1 Перехідні процеси та параметри КЗ <u>Лекція . 11</u> Основні поняття. Причини КЗ та їх наслідки. Перехідні процеси при КЗ. Розрахункові параметри короткого замикання та основні співвідношення між струмами КЗ.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 67-71.</p> <p>СРС: Розрахунок струмів КЗ в іменованих одиницях.</p>
12	<p>Тема 6.2 Способи розрахунку струмів КЗ. <u>Лекція. 12</u> Розрахунок струмів КЗ від джерела необмеженої потужності. Розрахунок струмів КЗ за розрахунковими кривими.</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 71-84.</p> <p>СРС: Розрахунок струмів КЗ з урахуванням підживлення КЗ електродвигунами.</p>
13	<p>Тема 6.3 Вибір апаратів та струмопровідних частин. <u>Лекція 13</u> Електродинамічна дія струмів короткого замикання. Термічна дія струмів короткого замикання. Вибір кабелів за термічною стійкістю струму КЗ. Вибір вимикачів високої напруги. Вибір роз'єднувачів, запобіжників, трансформаторів струму. Вибір шин і ізоляторів</p> <p>Рекомендована література: [1] стор. 84-92.</p> <p>СРС: Розрахунок шинопроводів</p>
	<p>Розділ 7. Електробезпека та, контроль якості електроенергії</p>
14	<p>Тема 7.1 Призначення, виконання та розрахункові параметри захисту <u>Лекція 14</u> Основні поняття і визначення. Види ушкоджень ненормальних режимів СЕП та способи</p>

	захисту. Елементна база релейного захисту. Класифікація і параметри релейного захисту. Вимоги до засобів. <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 319-330. <i>СРС:</i> Застосування плавких запобіжників електроустановок високої напруги.
15	Тема 7.2 Захисти з відносною селективністю <i>Лекція 15</i> Релейний захист ліній з одностороннім живленням. Загальний обсяг захисту ліній напругою вище за 1000В. Максимальний струмовий захист (МСЗ). Основні органи та принцип дії. Розрахунок параметрів спрацювання МСЗ лінії. Вибір витримки (уставки) часу спрацювання МСЗ. Розрахунок струмів спрацювання МСЗ. Струмова відсічка. Визначення струму спрацювання та зони дії захисту СВ без витримки часу. <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 330-337. <i>СРС:</i> Принцип забезпечення селективності дії МСЗ та струмових відсічок.
16	Тема 7.3 Захисти з абсолютною селективністю <i>Лекція 16</i> Диференційний струмовий захист (ДСЗ). Призначення і види ДСЗ. Поздовжній диференційний захист. Поперечний диференційний захист. Застосування плавких запобіжників для захисту у мережах напругою вище 1 кВ . <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 337-350. <i>СРС:</i> Газовий захист.
17	Тема 7.4 Заземлення електроустановок. Перенапруги в електроустановках. <i>Лекція 17</i> Загальні відомості про заземлюючі пристрої. Штучні і природні заземлювачі і заземлюючі провідники. Розрахунок заземлюючих пристроїв та нормовані величини опорів заземлення. Загальні відомості. Класифікація перенапруг в системах електропостачання. Атмосферні перенапруги та засоби захисту. Обмеження комутаційних перенапруг. Обмежувачі перенапруг. <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 398-407, 413-418. <i>СРС:</i> Захист від блискавки приміщень та споруд. Захист підземних споруд від електрокорозії блукаючими струмами.
18	Тема 7.5 Автоматизація в системі електропостачання промислових підприємств. <i>Лекція 18</i> Вимоги та засоби автоматизації. Автоматичне вмикання резерву (АВР). Автоматичне повторення вмикання (АПВ). Автоматичне частотне розвантаження (АЧР). <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 380-387 <i>СРС</i> Автоматичне регулювання потужності конденсаторних установок:

- Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формуванню компетентностей розрахунку та вибору електрообладнання електричних мереж та систем.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Аналіз графіків розрахункових навантажень <i>Дидактичні засоби:</i> варіанти завдань для розрахунків <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 95-99. <i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами
2	Розрахунок показників графіків електричних навантажень <i>Дидактичні засоби:</i> варіанти завдань для розрахунків <i>Рекомендована література:</i> [1] стор. 95-99. <i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами
3	Розрахунок електричних навантажень <i>Дидактичні засоби:</i> варіанти завдань для розрахунків <i>Рекомендована література:</i> [8] стор. 8-9. <i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами
4	Вибір живлячих трансформаторів <i>Дидактичні засоби:</i> варіанти завдань для розрахунків <i>Рекомендована література:</i> [8] стор. 8-9. <i>СРС:</i> виконання завдань за варіантами
5	Розрахунок електричних мереж

	Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 10-12. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
6	Розрахунок техніко-економічних показників електричних мереж Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 13-14. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
7	Розрахунок компенсації реактивної потужності Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [1] стор. 14-15. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
8	Модульна контрольна робота
9	Визначення параметрів та вибір схеми кола КЗ Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [1] стор. 71-84. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
10	Розрахунок струмів короткого замикання Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 15-16. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
11	Розрахунок струмів короткого замикання Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 15-16. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
12	Вибір електричних апаратів Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 18-20. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
13	Розрахунок релейного захисту ліній Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 20-23. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
14	Розрахунок релейного захисту двигунів Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 24-25. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
15	Розрахунок релейного захисту трансформаторів Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [8] стор. 25-26. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
16	Розрахунок захисного заземлення Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [1] стор. 407-411. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>
17	Захист індивідуального розрахункового завдання
18	Вибір засобів автоматизації для систем електропостачання Дидактичні засоби: варіанти завдань для розрахунків Рекомендована література: [1] стор. 380-387. <i>СРС: виконання завдань за варіантами</i>

- Лабораторні заняття

Основні завдання лабораторних занять присвячені формуванню компетентностей з дослідження характеристик та робочих режимів електрообладнання електричних мереж та систем

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість
-------	---------------------------	-----------

		ауд. годин
1	Вступ. Ознайомлення з правилами ТБ та роботою вимірювального обладнання.	2
2	Дослідження способів компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів	2
3	Дослідження захисних характеристик електротеплового реле автоматичного вимикача	2
4	Дослідження графіків електричних навантажень	2
5	Дослідження режимів нейтралі електричних мереж	2
6	Дослідження характеристик захисного заземлення	2
7	Проводи та кабелі електричних мереж	2
8	Дослідження характеристик магнітного пускача змінного струму	2
9	Дослідження методів визначення місця пошкодження в кабелі	2

5. Самостійна робота студента

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту практичних та лабораторних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи та іспиту.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Електричні мережі та системи”

потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;
- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;
- дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт. Відповідь здобувача

повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 6 лабораторних робіт
- 2) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 3) розрахункової роботи
- 3) екзамен

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

1. Модульна контрольна робота *

Модульна контрольна робота складається з трьох рівнозначних питань по 2 бали.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 2 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 1,5 бали;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2. Лабораторні роботи. за умови хорошої підготовки вдома і активної роботи на занятті, своєчасного і грамотного захисту – 3 бали;

достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) —2 бали.

неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 1 бал;

3. Розрахункова робота виконується в 5 етапів з захистом, кожен етап оцінюється в 5 балів

4. **Екзамен*** складається з двох теоретичних питань по 10 балів та двох задач по 10 балів.

Максимальна сума балів дорівнює 100:

$$R=(2*6)+(6*3)+(30)+(40)=100$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 27 балів (1 модульна контрольна, 2 практичні та 4 лабораторних). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше $0,5*27 = 13$ балів**.

За результатами 13 тижнів навчання максимальна сума набраних балів має складати 58 балів (6 лабораторних занять та 3 модульних контрольних). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше $0,5*48 = 24$ балів**.

Для отримання іспиту з кредитного модуля “автоматом” потрібно мати рейтинг не менше 54 балів та виконані та захищені всі практичні, лабораторні роботи та модульна контрольна робота.

Рейтингова шкала з дисципліни складає

R	Оцінка традиційна
95 - 100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не зараховано лабораторні, практичні, або $R_c < 30$	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 36 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні запитання з дисципліни «Електричні мережі та системи»

1. Загальні відомості про електропостачання. Рівні напруг.
2. Електроенергетична система та її структура.
3. Джерела постачання електричної енергії.
4. Класифікація споживачів електричної енергії. Категорії приймачів за надійністю.
5. Графіки електричних навантажень.
6. Показники графіків електричних навантажень.
7. Методи визначення розрахункових навантажень
8. Вимоги до електричних мереж. Якість електричної енергії.
9. Класифікація електричних мереж.
10. Мережі з ізолюваною нейтраллю.
11. Мережі з глухозаземленою нейтраллю.
12. Структура та схеми з'єднань електричних мереж.
13. Улаштування та конструкція повітряних ЛЕП.
14. Конструкція та маркування кабелів.
15. Вибір провідників за нагрівом у тривалому режимі.

16. Вибір провідників за економічною густиною струму.
17. Вибір провідників за втратами напруги.
18. Розрахунок мереж напругою вище 35 кВ.
19. Техніко-економічні розрахунки електричних мереж.
20. Розрахунок втрат потужності в трансформаторах та реакторах.
21. Визначення реактивної потужності.
22. Підстави для компенсації реактивної потужності.
23. Електромашинні компенсуючі пристрої.
24. Принципи компенсації реактивної потужності. Вибір місця розташування КУ.
25. Автоматичне регулювання рівня реактивної потужності.
26. Причини, наслідки та види коротких замикань.
27. Перехідні процеси під час КЗ.
28. Основні співвідношення між струмами КЗ.
29. Способи розрахунку струмів КЗ. Опори елементів СЕП.
30. Приведення параметрів мережі до базисних умов.
31. Розрахунок струмів КЗ у відносних базисних одиницях.
32. Розрахунок струмів КЗ за розрахунковими кривими.
33. Розрахунок струмів КЗ з урахуванням підживлення точки КЗ.
34. Вибір електричних апаратів.
35. Електродинамічна дія струмів КЗ.
36. Обмеження струмів КЗ.
37. Термічна дія струмів КЗ. Вибір кабелів за термічною дією струмів КЗ.
38. Захист у системах електропостачання. Вимоги до засобів релейного захисту.
39. Класифікація видів захисту. Елементна база пристроїв релейного захисту.
40. Застосування та розрахунок спрацювання МСЗ.
41. Застосування та розрахунок спрацювання СВ,
42. Повздовжній та поперечний диференційний захист.
43. Заземлюючі пристрої.
44. Розрахунок заземлюючих пристроїв.
45. Перенапруги в електричних мережах. Організація захисту від перенапруг.
46. Захист електродвигунів.
47. Захист ліній.
48. Захист трансформаторів.
49. Засоби автоматизації в системах СЕП (АПВ, АВР, АЧР)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Мейта Олександр Вячеславович

Ухвалено кафедрою ЕМОЕВ (протокол № 26 від 11.06.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 8 від 23.06.2020)