

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова


“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ ЕАЕ
В.В. Каплун
“ ” 2022_р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Протокол №__ від “ ” 2022_р.

В.В. Козирський Завідувач кафедри
В.В. Козирський

”РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП__ЕЕЕ_(магістр)__
Гребченко М.В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ДИСПЕТЧЕРСЬКЕ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки)

освітня програма магістр

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
(назва ННІ)

Розробник: кандидат технічних наук, доцент А.О.Омельчук

1. Опис навчальної дисципліни «Диспетчерське управління електроенергетичними системами»

Найменування показників (денна/заочна)	Галузь знань, спеціальність, напрям підготовки, освітньо-професійна програма, освітній ступінь	Характеристики навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кільк. кредитів ECTS – 3,5	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов'язкова/ вибіркова	
Модулів – 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2	2
Індивідуальні завдання :		Семестр	
Заг. кільк. годин – 105		3-й	3-й
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: ауд. (2сем.) – 4 самостійна робота здобув. - 9	Освітній ступінь: «магістр»	Лекції	
		10 год.	6 год.
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
		20 год.	8 - год.
		Самостійна робота	
		75 год.	91 год.
		Індивідуальне завдання	
		-	-
Вид контролю			
		іспит	іспит
<u>Всього</u>		105	105

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Диспетчерське управління електроенергетичними системами» є формування теоретичних та практичних підходів щодо аналізу режимно-технологічної ситуації електроенергетичної системи, опанування принципами диспетчерського управління та їх практичне застосування.

Вивчення матеріалу дисципліни дозволяє:

- набути навички аналізу типових аварійних режимів електромереж, складання документів оперативних переключень та контролю їх відпрацювання, кваліфікування пошкоджень силового електрообладнання електрооб'єктів та з'ясування причини їх появи;

- усвідомлення студентами ролі управління режимами електричних мереж в ефективній роботі системи електропостачання; засвоєння студентами комплексу питань щодо забезпечення надійної, економічної роботи систем електропостачання та дотримання вимог щодо якості електроенергії;

- підготовка студентів до дослідження і розвитку електричних систем.

Для закріплення теоретичних і практичних знань крім лекційного курсу передбачається виконання лабораторних робіт щодо управління режимами роботи електричних систем.

Викладення матеріалу супроводжується демонструванням фізичних макетів, плакатів, навчальних кінофільмів, а також періодичною перевіркою знань студентів.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Диспетчерське управління електроенергетичними системами» є:

- підготовка студентів до самостійної науково-інженерної діяльності в галузі електроенергетики, зокрема, технології управління електричними системами, аналізу оперативних схем електричних мереж в нормальних і післяаварійних режимах роботи.

- навчити студентів методам обґрунтування режимів роботи електричних мереж за пропускну здатністю.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні набути здатності отримувати **компетентності**:

інтегральна: розв'язувати складні задачі по оптимізації параметрів і режимів роботи електричних систем, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

загальні: до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

застосовувати знання у практичних ситуаціях;

знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
приймати обґрунтовані рішення;
мотивувати людей та рухатися до спільної мети;
спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня;
розробляти та управляти проектами;
діяти на основі етичних міркувань;
оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

фахові: сучасні шляхи (технології) забезпечення електроенергією споживачів; будова електричних систем з урахуванням сучасних джерел електроенергії та їх схеми; алгоритмізації режимів роботи електричних систем; володіти сучасними методами обґрунтування режимів електричних систем; аналізувати режими роботи електричних систем щодо їх відповідності вимогам надійності, економічності та якості електропостачання; обґрунтовувати заходи з підвищення ефективності роботи електричних систем, зниження втрат електричної енергії в мережах та забезпечення нормованих показників якості електричної енергії для споживачів.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Схеми та режими електричних мереж.

Тема 1.

Стан та концепція розвитку електроенергетичних систем України. Законодавче врегулювання управлінням електричною системою.

Тема 2.

Сучасне обладнання електричних мереж. Аналіз та оптимізація режимів електричних мереж.

Тема 3. Аварійні та післяаварійні режими роботи електричних мереж та їх вплив на управління режимом роботи.

Перенапруги в електричних мережах, їх наслідки та засоби захисту від них.

Наслідки коротких замикань і замикань на землю та шляхи їх усунення.

Змістовний модуль 2. Забезпечення ефективності функціонування електричних мереж.

Тема 4. Організація роботи протиаварійної автоматики, схем релейного захисту і управління роботою електричних мереж.

Тема 5. Технологія оперативних перемикачів в електричних мережах та їх нормативне. Організація оперативних схем роботи електричних мереж.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	лаб	інд	с.р.		л	лаб	інд	с.р.
Змістовний модуль 1. Схеми та режими електричних мереж.										
Тема 1. Стан та концепція розвитку електроенергетичних систем України. Законодавче врегулювання управлінням електричною системою.	24	2	4		18					
Тема 2. Сучасне обладнання електричних мереж. Аналіз та оптимізація режимів електричних мереж.	24	2	4		18					
Тема 3. Аварійні та післяаварійні режими роботи електричних мереж та їх вплив на управління режимом роботи. Перенапруги в електричних мережах, їх наслідки та засоби захисту від них. Наслідки коротких замикань і замикань на землю та шляхи їх усунення.	24	2	4		18					
Змістовний модуль 2. Забезпечення ефективності функціонування електричних мереж.										
Тема 4. Організація роботи протиаварійної автоматики, схем релейного захисту і управління роботою електричних мереж.	34	2	4		18					
Тема 5. Технологія оперативних перемикань в електричних мережах та їх нормативне. Організація оперативних схем роботи електричних мереж.	24	2	4		18					
Всього годин	105	10	20		90					

5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
---	------------	-----------------

з/п		д.ф.н.
1.	Вивчення та аналіз роботи схем електричних мереж в нормальних і післяаварійних режимах роботи	4
2.	Моделювання параметрів і режимів роботи елементів електричних мереж	4
3.	Розробка алгоритму оптимізації режиму роботи електричної мережі за реактивними перетіканнями.	4
4.	Розробка алгоритму оптимізації режиму роботи електричної мережі за напругою.	4
5.	Тренажерна підготовка. Технологія оперативних перемикачів в електричних мережах	4
		20

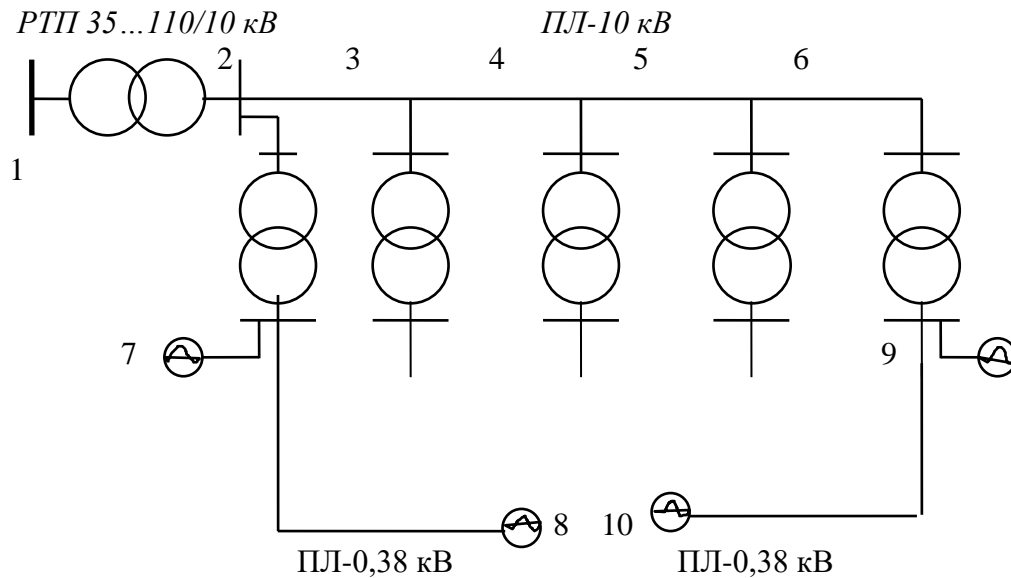
6. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Взаємодія оперативного персоналу розподільчих електричних мереж	9
2	Особливості диспетчеризації розподіленої генерації	9
3	Схеми та режими роботи розгалужених розподільчих мереж з резервуванням	9
4	Виконання захисту ліній зв'язку з підстанціями джерелами розподіленої генерації	9
5	Робота дистанційного захисту в лініях з джерелами розподіленої генерації	9
6	Оптимізація режиму роботи трансформаторних підстанцій	9
7	Блокувальні пристрої комутаційних апаратів, їх призначення та використання в управлінні електроустановками	9
8	Управління режимом напруги в розподільчій мережі	9
9	Логістика комутацій на підстанціях при виведенні однієї з робочих шин в ремонт	9
10	Логістика виведення в ремонт і введення в роботу після ремонту вимикачів	9
	Разом	90

7. Індивідуальні завдання (приклад)

Проаналізувати режим роботи РПН для розподільчої мережі, вибрати надбавки напруги ПБЗ для двох споживчих ТП-10/0,4кВ - найближчої (ТП в т.2) і віддаленої (ТП в т.6) і для двох режимів навантаження - максимального (100%) і мінімального (25%) та визначити допустимі

втрати напруги в лініях електропередачі 10 і 0,38 кВ.



Пояснювальна схема до оптимізації рівнів напруги в розподільній мережі.

Визначаючим для розрахунку допустимих витрат напруги є допустиме відхилення напруги у споживачів, тобто в лініях можна втратити таку величину напруги, при котрій фактичне відхилення напруги у споживачів не виходить за межі допустимого ($\pm 5\%$). Розрахунок виконується в табличній формі.

Оцінювання рівня напруги в лініях 10 кВ і 0,38 кВ та вибір надбавок у трансформаторів

Елемент мережі		Найближча ТП				Найвіддаленіша ТП			
		100%		25%		100%		25%	
		без РПН	з РПН	без РПН	з РПН	без РПН	з РПН	без РПН	з РПН
Шини 35...110кВ РТП		-2	-2	+2	+2	-2	-2	+2	+2
РТП 35... 110/10кВ	постійна надбавка	5	5	5	5	5	5	5	5
	регульована надбавка	0	+6	0	-6	0	+6	0	-6
	втрати напруги	-4	-4	-1	-1	-4	-4	-1	-1
Шини 10кВ РТП		-1	+5	+6	0	-1	+5	+6	0
Лінія 10кВ		0	0	0	0	-2,5	-6	-1,5	-1,5
ТП 10/ 0,4 кВ	постійна надбавка	5	5	5	5	5	5	5	5
	регульована надбавка	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	0	0	0	0
	втрати напруги	-4	-4	-1	-1	-4	-4	-1	-1
Лінія 0,38 кВ		-2,5	-8,5	0	0	-2,5	-5	0	0
Споживачі		-5	-5	+7,5	+1,5	-5	-5	+8,5	+2,5
Допустиме відхилення напруги у споживачів		-5	-5	5	5	-5	-5	5	5

Вихідною умовою для розрахунку $\Delta U_{\text{доп}}$ є відхилення напруги в будь-якій точці мережі. В даному прикладі - це шини 110 РТП (точка 1). При розрахунку $\Delta U_{\text{доп}}$ одночасно здійснюється вибір регульованих надбавок у трансформаторів.

На кожній споживчій ТП розглядається два різновіддалених споживачі. В режимі *максимальних* навантажень (100%) розглядається *віддалений* споживач (точки 8,10) на зниження

напруги.

Аналогічно, в режимі мінімального навантажень (25%) розглядається найближчий до ТП споживач (точки 7,9) на підвищення напруги.

7. Контрольні запитання

1. Нормативні акти, що врегульовують роботу систем диспетчерського управління в електроенергетичних (електричних) системах.
2. Інформаційно-технологічне забезпечення управління роботою електричних систем.
3. Режими роботи нейтралі електричних мереж.
4. Особливості денних і вечірніх максимумів навантаження в електричній системі.
5. Аварійні режими в електричних мережах та їх наслідки.
6. Шляхи усунення аварійних режимів в електричних мережах.
7. Графіки електричних навантажень споживачів і трансформаторних підстанцій та їх використання.
8. Управління напругою електричної енергії в електричних мережах.
9. Управління частотою трифазного змінного струму в електричній системі.
10. Забезпечення балансу активної потужності в електричній системі.
11. Забезпечення балансу реактивної потужності в електричній системі.
12. Організаційні заходи щодо забезпечення надійності роботи електричних мереж.
13. Технічні заходи щодо забезпечення надійності роботи електричних мереж.
14. Порядок відключення споживчої трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.
15. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 110/10 кВ в розподільчому пристрої 110 кВ.
16. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 110/10 кВ в розподільчому пристрої 10 кВ.
17. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 35/10 кВ в розподільчому пристрої 35 кВ.
18. Оперативні перемикання на районній трансформаторній підстанції 35/10 кВ в розподільчому пристрої 10 кВ.
19. Особливості роботи систем захисту в електричних мережах с джерелами розподіленої генерації.
20. Особливості роботи систем захисту в секціонованих і резервованих електричних мережах.

8.Тестові завдання

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЮРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ОС «Магістр» напрям підготовки/ спеціальність 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова 2021-2022 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БЛЕТ № 13 з дисципліни Диспетчерське управління електроенергетичними системами	Затверджую Зав. кафедри _____ (підпис) Козирський В.В. 2021 р.
---	--	--	--

Екзаменаційні запитання
 (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)

1. Оперативні перемикання в розподільчому пристрої 110 кВ.

2. Заходи щодо забезпечення якості електричної енергії.

Тестові завдання різних типів
 (максимальна оцінка 10 балів за відповіді па тестові завдання)

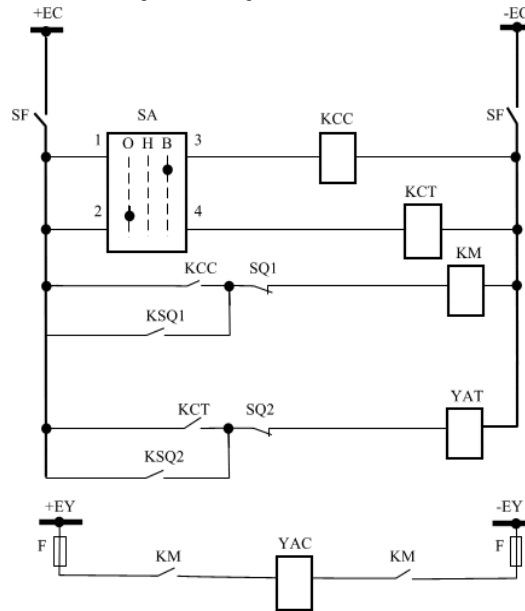
1. Який комутаційний апарат призначений для вимикання струму короткого замикання?

- 1) короткозамикач; 2) вимикач навантаження; 3) вакуумний вимикач; 4) роз'єднувач.

2. Електрична система від енергетичної відрізняється:

- 1) відсутністю понижувальних електричних підстанцій;
- 2) відсутністю електричних мереж;
- 3) відсутністю теплових мереж;
- 4) відсутністю підвищувальних електричних підстанцій.

3. Пояснити призначення контактів KSQ1 і KSQ2:



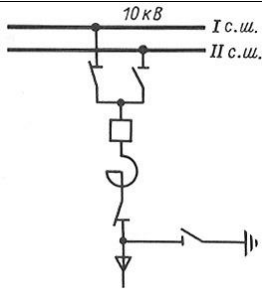
4. Фіктивний час, протягом якого втрати електроенергії при максимальному навантаженні дорівнюють кількості втрат електроенергії при фактичному навантаженні протягом певного періоду часу – це

5. Критерієм вибору проводів внутрішніх електричних проводок є

6. Термічна дія струму к.з. на електроустановку визначається виразом:

$$1) B_k = \sum_{t=0}^{t_k} i_k^2 \cdot \Delta t; \quad 3) \frac{\partial \tau}{\partial n} = \hat{e}_1 \hat{e}_2^2 \ddot{a} i;$$

$$2) f = \sqrt{3} k_\delta \frac{\dot{\alpha}^2}{\dot{a}} 10^{-7}; \quad 4) \sigma_{\Sigma \delta i \varphi \delta} \leq \sigma_{\ddot{a} i}$$



7. Привести послідовність операцій при відключенні та включення лінії 10 кВ.

8. Фактичну втрату напруги в електричній мережі можна зменшити шляхом:

- 1) збільшенням перерізу проводів ліній електропередачі;
- 2) регулюванням напруги на шинах підстанцій;
- 3) регулюванням частоти струму в електричній мережі;
- 4) компенсацією реактивного навантаження мережі.

9. Пристрої НОЭЛ, ЗНОГ, ЗНОЛ – це

10. За якою формулою визначається питомий погонний (Ом/км) індуктивний опір алюмінієвих проводів лінії електропередачі?

- 1) $X_0 = 4,6 \ell g \frac{D_{cp}}{R} \cdot 10^{-4}$;
- 2) $X_0 = \omega(4,6 \ell g \frac{D_{cp}}{R} + 0,5\mu) \cdot 10^{-4}$;
- 3) $X_0 = \Gamma_0 \cdot \ell \cdot \ell g \frac{D_{cp}}{R}$;
- 4) $X_0 = (0,1441g \frac{2D_{cp}}{d} + 0,016)$.

8. Методи навчання

- словесні (лекції, пояснення навчального матеріалу під час консультацій, тощо);
- наочні (ілюстративні плакати та макети трансформаторів і електричних машин, стендова демонстрація їх роботи, тощо) – для візуального сприйняття студентами навчального матеріалу;
- практичні роботи – для закріплення отриманих знань та формування практичних умінь при їх застосуванні;
- перегляд навчальних кінофільмів – для активізації навчання і кращого засвоєння знань.

9. Методи контролю

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль поділяють на оперативний і рубіжний (модульний).

Оперативний поточний контроль охоплює індивідуальний або груповий контроль засвоєння навчального матеріалу, перевірку підготовленості студентів до виконання лабораторних, практичних і семінарських занять, ходу виконання окремих розділів індивідуальних завдань. Проводячи такий контроль, можливо своєчасно оцінити глибину розуміння студентами матеріалу лабораторного заняття, засвоєння ними певної теми лекційного курсу, правильність виконання окремих індивідуальних і домашніх завдань, виявити, проаналізувати й виправити помилки, перевірити вміння студентів логічно мислити, їх мовлення і пам'ять.

Рубіжний (модульний) поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості студентів з *певної завершеної частини навчальної дисципліни* (змістового модуля), умінь виконання індивідуальних завдань. Це певний проміжний підсумок роботи студента, що дає змогу поглибити і зміцнити його знання.

Методами поточного контролю за даною дисципліною є:

- письмові контрольні роботи за темами лекційного курсу;
- тестування знань студентів з певного розділу (теми) або з певних окремих питань дисципліни;
- розв'язання задач, виконання вправ, певних розрахунків тощо;
- усне опитування;

Підсумковий контроль. Підсумковий контроль - це семестровий контроль, що проводиться в обсязі навчальних матеріалів, визначеному програмою даної навчальної дисципліни. Він здійснюється у формі **диференційованого заліку** для денної та заочної форм навчання та у формі **екзамену** для денної та заочної скороченої форм навчання.

Форми контролю. Контроль знань відбувається шляхом виконання модульних контрольних робіт та екзаменаційного тестування.

10. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Розподіл балів за окремими елементами змістових модулів та методи поточного контролю успішності навчальної роботи здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання

№	Елементи змістового модуля	Кільк. балів		Поточний контроль
		мін.	макс.	методи контролю
1	Лабораторні заняття 1	4	8	Виконання і захист лабораторної роботи
2	Лабораторне заняття 2	4	8	Виконання і захист лабораторної роботи
3	Лабораторне заняття 3	4	8	Виконання і захист лабораторної роботи
4	Лабораторне заняття 4	4	8	Виконання і захист лабораторної роботи
5	Лабораторне заняття 5	4	8	
		20	40	
	Лекц. курс. Теми 1, 2, 3, 4, 5	22	30	Письмова контрольна робота
	Разом за модулем	42,0	70,0	
	Диф. залік (екзамен)	18,0	30,0	
	Разом за дисципліну	60	100	

Розподіл балів за окремими елементами змістових модулів та методи поточного контролю успішності навчальної роботи здобувачів вищої освіти заочної форми навчання

№ зм	Елементи змістового модуля	Кільк.балів		Поточний контроль навч. роботи
		міні-мальна	макси-мальн	методи контролю
1	Лекц. курс. Теми 1 - 5	22	30	
3	Лабораторна робота 1-5.	20	40	Виконання і захист лабораторної роботи
	Всього за семестр	42	70	
	Підсумковий тест (диф. залік)	18,0	30,0	
	Разом за модулем	60,0	100,0	

Загальна оцінка рівня знань, умінь і навичок здобувачів з навчальної дисципліни за шкалою ECTS та національною шкалою виставляється виходячи із кількості балів, отриманих за результатами рубіжного (модульного) контролю або

за результатами рубіжного (модульного) контролю та балів, отриманих на екзамені.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90 – 100	Відмінно	Зараховано
74 – 89	Добре	
60 – 73	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки та завдання щодо виконання лабораторних робіт з дисциплін «Диспетчерське управління електроенергетичними системами» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» /уклад. А.О.Омельчук, А.В.Петренко. -К.: Компринт.- 2021.-62 с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Про затвердження Порядку формування тарифу на послуги з диспетчерського (оперативно-технологічного) управління/ НКРЕКП, постанова 22.04.2019 № 586

2. Про затвердження Умов та Правил здійснення підприємницької діяльності з постачання електричної енергії за регульованим тарифом. Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 13 червня 1996 року N 15/1.

3. Варецький Ю.О., Карач Л.В. Оперативно-диспетчерське керування електроенергетичними системами. — Львів, Вид. Національного ун-ту «Львівська політехніка». 2002. — 160 с.

4. Управління режимами роботи електричних мереж: Навч. посіб /А.О.Омельчук, А.В.Петренко, Л.В.Мартинюк – К.: ЦП «Компринт», 2021. – 290 с.

5. Лысяк Г.Н., Спряпан В.Н., Данилюк А.В. Математическое моделирование установившихся режимов электрических систем переменного тока: Учебное пособие. — К.: УМК ВО. 1990. — 104 с.

6. Оцінювання параметрів і режимів електричних мереж: Навч. посіб / А.О.Омельчук – К.: ЦП «Компринт», 2019. – 302 с.
7. Електрична частина станцій і підстанцій: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. - 479 с.
8. Енергозберігаючі режими в системах електропостачання: Навч. посібник / А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. - 257 с.
9. Правила улаштування електроустановок. - Х.: «Форт», 2017.-760 с.

Допоміжна

1. Електротехнічні системи електропостачання: Навч. посібник / В.В.Козирський, М.В.Гребченко, А.О.Омельчук. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. - 326 с.
2. Оптимізація параметрів та режимів роботи трансформаторних підстанцій і розподільчих мереж: [Монографія] / А.О.Омельчук – К.: ЦП «Компринт», 2018. – 169 с.
3. ГОСТ 13109-97 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Киев, Госстрой Украины, 1999.
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок (друге видання). ДНАОП 1.1.10-1.01.-97. К.:Держнаглядохоронпраці.-2000.-160 с.
5. ГНД 34.09.104-2003 Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0,38-110 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних втрат електроенергії.

13. Інформаційні ресурси

1. Закон України Про електроенергетику від 16.10.1997 № 575/97
Докладніше: https://kodeksy.com.ua/pro_elektroenergetiku.htm.
2. https://forca.com.ua/knigi/navchannya/metodichni-posibnik-po-specialnosti-elektrichni-sistemi-i-merezhi_6.html
3. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0307874-18#Text>
4. <https://leg.co.ua/knigi/pravila/tehnicna-ekspluataciya-elektrichnih-stanciy-i-merezh-10.html>