

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Методичні вказівки
до розрахункової роботи
з дисципліни «Керування режимами електроенергетичних систем»
для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка
освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форм навчання

Покровськ – 2020

УДК 621.3-047.64

М54

Методичні вказівки до розрахункової роботи з дисципліни «Керування режимами електроенергетичних систем» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форм навчання / уклад. Г.О. Шеїна. – Покровськ : ДонНТУ, 2020. – 20 с.

Надано методичні вказівки до розрахункової роботи з дисципліни «Керування режимами електроенергетичних систем». Наведені вимоги щодо оформлення розрахункової роботи й вибору вихідних даних. Призначені для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форм навчання.

Укладач: Шеїна Г.О. к.т.н., доц. каф. електричної інженерії

Рецензент: Тютюнник Н.Л., ст. викл. каф.ЕлІн

Відповідальний за випуск: Колларов О.Ю. доц. к.т.н., зав. каф.ЕлІн

Затверджено навчально-методичним відділом ДВНЗ «ДонНТУ»,
протокол № 9 від 24.03.2020 р.

Розглянуто на засіданні кафедри протокол № 11 від 03.03.2020 р.

©ДонНТУ, 2020

Зміст

Вступ	4
1. Порядок оформлення розрахункової роботи	5
2. Завдання розрахункової роботи	7
Список рекомендованої літератури	18
Додаток А	19
Додаток Б	20

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для виконання розрахункової роботи з дисципліни «Керування режимами електроенергетичних систем» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форм навчання.

Для енергосистеми України аналіз проблеми керованості режимів електроенергетичних систем за умови вводу в експлуатацію нових відновлюваних джерел енергії великої потужності є актуальним.

Актуальним є детальне вивчення можливості участі сонячних і вітрових електростанцій в автоматичному регулюванні частоти; вивчення комплексів моніторингу режимів електроенергетичних систем в online режимі на базі використання поточних значень синхронізованих вимірів параметрів електричної мережі (струмів, напруги, потужностей, взаємних кутів напруги і частоти в контрольованих вузлах електроенергетичної системи; вивчення нових еквівалентних схем та математичних моделей електричних мереж з нелінійними і нестационарними електроприймачами, що дозволяють розрахувати значення гармонік напруги і струмів з точністю, необхідною для визначення відповідності їх нормам міжнародних стандартів.

На основі отриманих знань майбутні фахівці будуть мати практичні навички щодо керування електричними мережами з урахуванням сучасних вимог.

1. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Тематика розрахункової роботи стосується розрахунку режиму електричної мережі та складання балансу потужності й електроенергії.

Стандартна назва розрахункової роботи «Розрахунок режимів електричної мережі» (див. бланк титульної сторінки проекту в додатку А).

Завдання до виконання розрахункової роботи (див. додаток Б) заповнюється відповідно з номером варіанту (номер у журналі групи) і затверджується керівником проекту (обов'язково вказується дата видачі завдання).

Зміст розрахункової роботи наступний:

1) скласти схему заміщення для заданої електричної мережі (рис. вихідної електричної схеми).

2) визначити параметри схеми заміщення.

3) визначити втрати потужності в трансформаторах за схемою заміщення і за паспортними даними з урахуванням режиму роботи КП (рис. зміни навантаження).

4) розрахувати потокорозподіли з урахуванням втрат потужності.

5) розрахувати напругу в вузлах мережі.

6) вибрати відгалуження РПН і ПБЗ силових трансформаторів для забезпечення бажаного рівня напруги на шинах споживачів (вихідний режим – режим максимального навантаження).

7) визначити втрати електроенергії в мережі.

8) скласти баланс потужності, баланс електроенергії, ККД.

9) зробити висновки про допустимість й економічність режимів електричної мережі, оцінити достатність діапазону РПН і ПБЗ.

Текст розрахункової роботи набирають на комп'ютері:

- тип шрифту - Times New Roman;
- розмір шрифту - 14;
- міжрядковий інтервал - 1,5;
- поля: зліва, зверху і знизу - 20 мм, справа - 10 мм;
- абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту і дорівнювати —1,25 см.

Розрахункова робота друкується на аркушах формату А4 з одного боку.

Розрахункова робота «Підвищення ефективності функціонування електричної мережі» оцінюється наступним чином:

- 20 б, якщо завдання виконано у повному обсязі: приведені схеми заміщення на всіх етапах розрахунку режиму з нанесенням результатів, розрахунок виконаний з поясненням отриманих результатів, результати режиму проаналізовані з точки зору їх допустимості і запропоновані технічні й організаційні засоби підвищення ефективності функціонування мережі);

10 б, якщо завдання виконано у повному обсязі із зауваженнями: не приведені схеми заміщення на всіх етапах розрахунку режиму або на схемах не показані результати, розрахунок виконаний без пояснення отриманих результатів, результати режиму не проаналізовані з точки зору їх допустимості і не має запропонованих засобів підвищення ефективності функціонування мережі);

0 б, якщо завдання виконано не у повному обсязі, є серйозні помилки.

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання розрахункової роботи відповідно до розподілу балів. Отримані бали впливають на оцінку екзамену.

2. ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Варіант 1

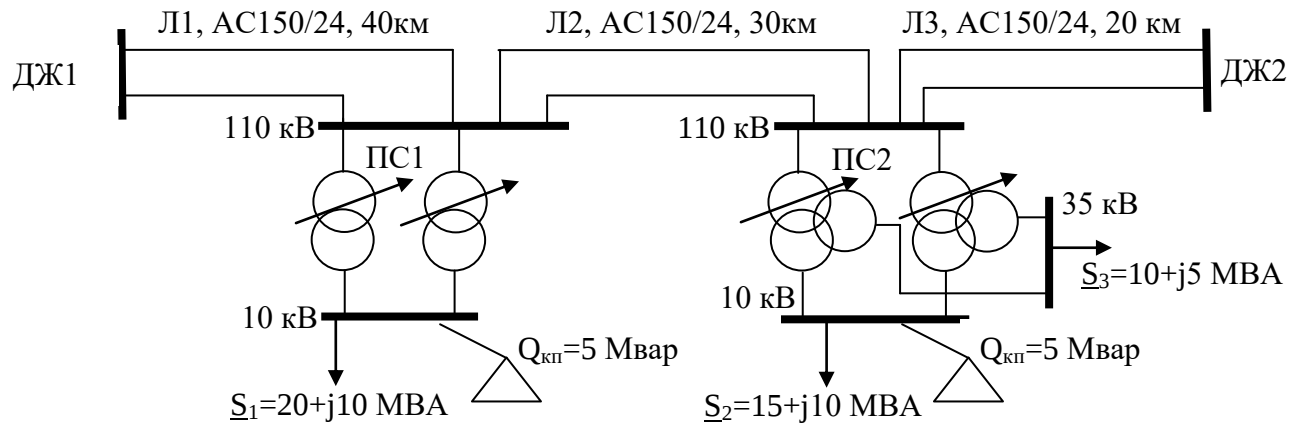


Рисунок 1 – Схема мережі

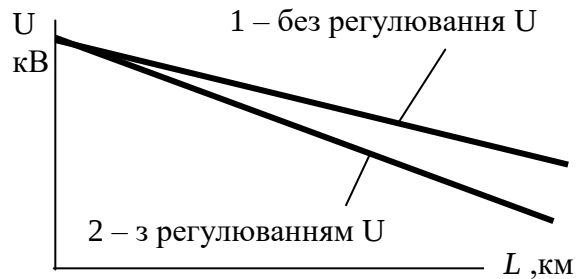


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$U_{дж1} = U_{дж2} = 121 \text{ кВ}$.

Л1, Л2, Л3: АС150/24 ($r_0 = 0.198 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.42 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ на один ланцюг);

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном} = 16 \text{ МВА}$, РПН $115 \pm 9 \times 1,78\% / 11 \text{ кВ}$, $\Delta P_K = 85 \text{ кВт}$, $\Delta P_X = 19 \text{ кВт}$, $I_X = 0.7\%$, $U_K = 10,5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном} = 25 \text{ МВА}$, $U_{В-ном} = 115 \text{ кВ}$, $U_{С-ном} = 38,5 \text{ кВ}$, $U_{Н-ном} = 11 \text{ кВ}$; $U_{КВ-С} = 10.5\%$, $U_{КВ-Н} = 17\%$, $U_{КС-Н} = 6\%$, $\Delta P_K = 140 \text{ кВт}$, $\Delta P_{HX} = 31 \text{ кВт}$, $I_{HX} = 0.7\%$).

Варіант 2

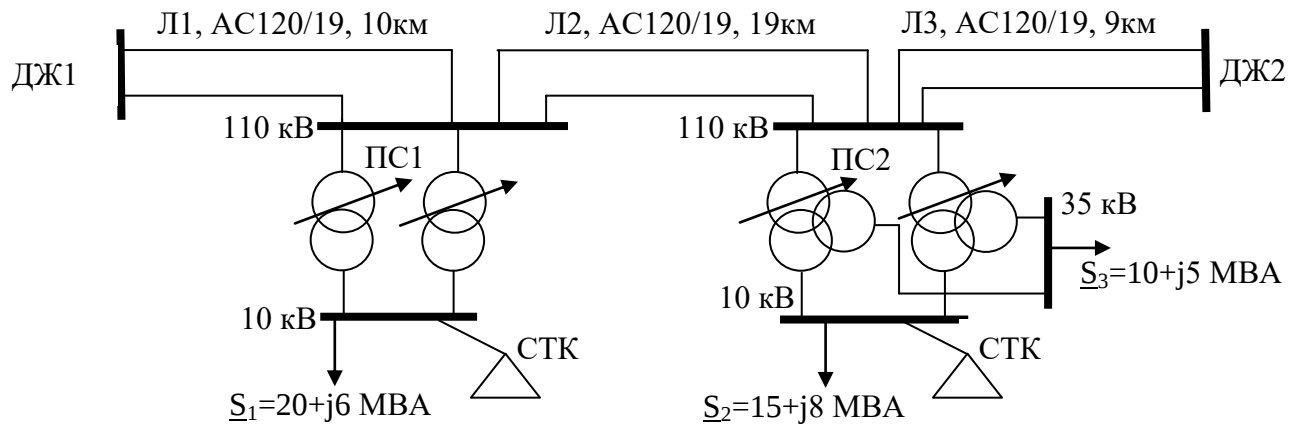


Рисунок 1 – Схема мережі

Дані мережі:

$$U_{ДЖ1} = U_{ДЖ2} = 121 \text{ кВ}$$

Л1, Л2, Л3: АС120/19 ($r_0 = 0.249 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.427 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2.66 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{\text{ном}} = 16 \text{ МВА}$, РПН $115 \pm 9 \times 1.78\% / 11 \text{ кВ}$, $\Delta P_K = 85 \text{ кВт}$, $\Delta P_X = 19 \text{ кВт}$, $I_X = 0.7\%$, $U_K = 10.5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{\text{ном}} = 25 \text{ МВА}$, $U_{B-\text{ном}} = 115 \text{ кВ}$, $U_{C-\text{ном}} = 38.5 \text{ кВ}$, $U_{H-\text{ном}} = 11 \text{ кВ}$; $U_{KB-C} = 10.5\%$, $U_{KB-H} = 17\%$, $U_{KC-H} = 6\%$, $\Delta P_K = 140 \text{ кВт}$, $\Delta P_{HX} = 31 \text{ кВт}$, $I_{HX} = 0.7\%$).

Режим роботи КП: $Q_{\text{СТК}} = 4 \text{ Мвар}$, $Q_{\text{бк}} > Q_{\text{р}}$.

Варіант 3

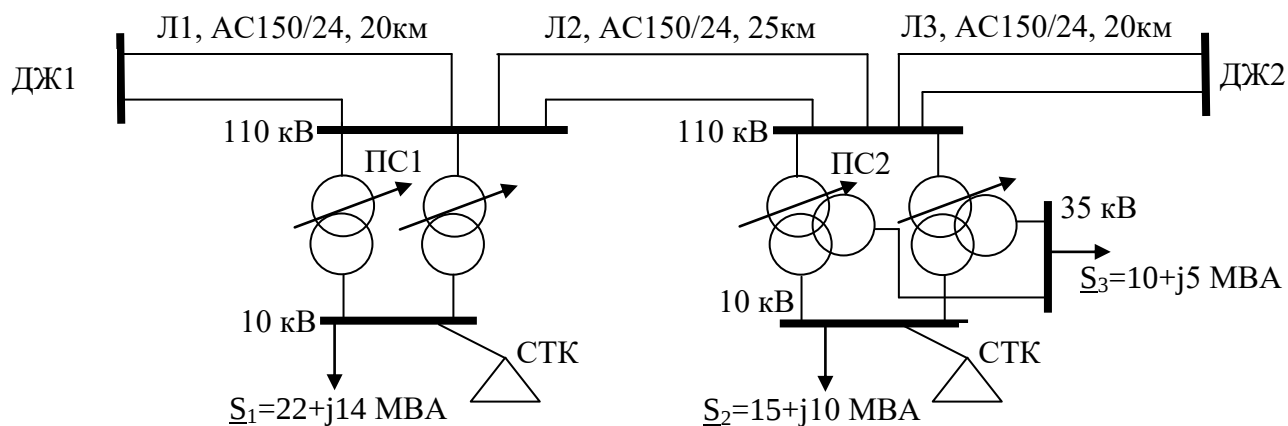


Рисунок 1 – Схема мережі

Дані мережі:

$U_{дж1} = U_{дж2} = 121 \text{ кВ}$.

Л1, Л2, Л3: АС150/24 ($r_0 = 0.198 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.42 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2.7 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном} = 16 \text{ МВА}$, РПН $115 \pm 9 \times 1.78\% / 11 \text{ кВ}$, $\Delta P_K = 85 \text{ кВт}$, $\Delta P_X = 19 \text{ кВт}$, $I_X = 0.7\%$, $U_K = 10.5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном} = 25 \text{ МВА}$, $U_{В-ном} = 115 \text{ кВ}$, $U_{С-ном} = 38.5 \text{ кВ}$, $U_{Н-ном} = 11 \text{ кВ}$; $U_{КВ-С} = 10.5\%$, $U_{КВ-Н} = 17\%$, $U_{КС-Н} = 6\%$, $\Delta P_K = 140 \text{ кВт}$, $\Delta P_{НХ} = 31 \text{ кВт}$, $I_{НХ} = 0.7\%$).

Режим роботи КП: $Q_{СТК} = 5 \text{ Мвар}$, $Q_{бк} > Q_r$.

Варіант 4

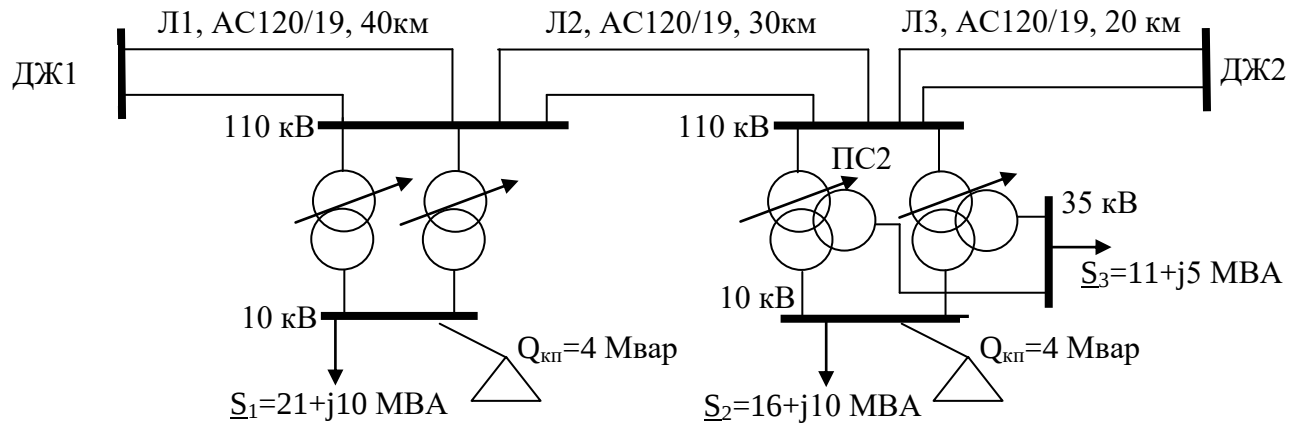


Рисунок 1 – Схема мережі

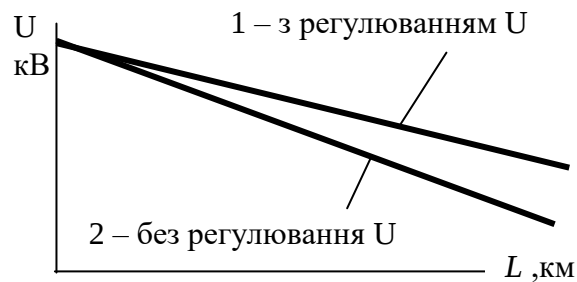


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$$U_{дж1} = U_{дж2} = 121 \text{ кВ.}$$

Л1, Л2, Л3: АС120/19 ($r_0 = 0.249 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.427 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2.66 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном} = 16 \text{ МВА}$, РПН $115 \pm 9 \times 1.78\% / 11 \text{ кВ}$, $\Delta P_K = 85 \text{ кВт}$, $\Delta P_X = 19 \text{ кВт}$, $I_X = 0.7\%$, $U_K = 10.5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном} = 25 \text{ МВА}$, $U_{В-ном} = 115 \text{ кВ}$, $U_{С-ном} = 38.5 \text{ кВ}$, $U_{Н-ном} = 11 \text{ кВ}$; $U_{КВ-С} = 10.5\%$, $U_{КВ-Н} = 17\%$, $U_{КС-Н} = 6\%$, $\Delta P_K = 140 \text{ кВт}$, $\Delta P_{HX} = 31 \text{ кВт}$, $I_{HX} = 0.7\%$).

Варіант 5

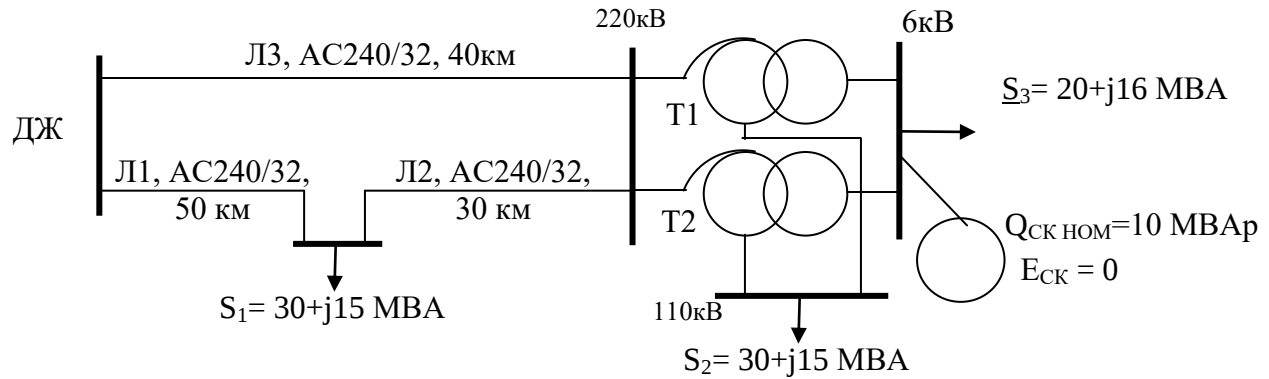


Рисунок 1 – Схема мережі

Дані мережі:

$U_{ДЖ} = 230 \text{ кВ}$.

Л1, Л2, Л3: АС240/32 ($r_0 = 0.121 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0.435 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2.6 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$ на один ланцюг).

Т1, Т2: АТДЦТН-63000/220/110 ($S_{НОМ} = 63 \text{ МВА}$, $U_{В-НОМ} = 230 \text{ кВ}$, $U_{С-НОМ} = 121 \text{ кВ}$, $U_{Н-НОМ} = 6.6 \text{ кВ}$; $U_{КВ-С} = 11\%$, $U_{КВ-Н} = 35.7\%$, $U_{К С-Н} = 21.9\%$, $\Delta P_K = 215 \text{ кВт}$, $\Delta P_{НХ} = 45 \text{ кВт}$, $I_{НХ} = 0.5\%$).

Режим роботи КП: $Q_{СК} = 10 \text{ Мвар}$, $E_{СК} = 0$.

Варіант 6

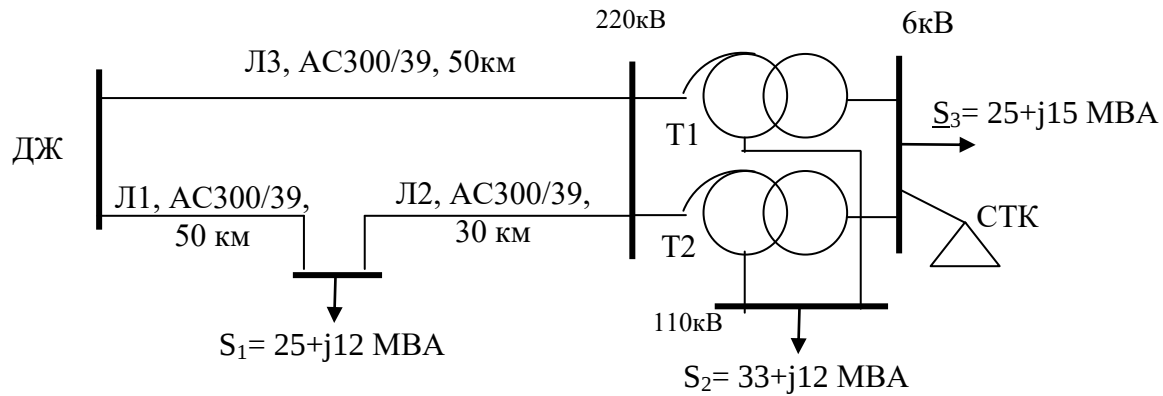


Рисунок 1 – Схема мережі

Дані мережі:

$U_{дж}=230$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС300/39 ($r_0=0.098$ Ом/км, $x_0=0.429$ Ом/км, $b_0=2.64 \cdot 10^{-6}$ См/км на один ланцюг).

Т1, Т2: АТДЦТН-63000/220/110 ($S_{ном}=63$ МВА, $U_{В-ном}=230$ кВ, $U_{С-ном}=121$ кВ, $U_{Н-ном}=6.6$ кВ; $U_{КВ-С}=11\%$, $U_{КВ-Н}=35.7\%$, $U_{К С-Н}=21.9\%$, $\Delta P_K=215$ кВт, $\Delta P_{НХ}=45$ кВт, $I_{НХ}=0.5\%$).

Режим роботи КП: $Q_{СТК}=10$ Мвар, $Q_{6к} > Q_p$.

Варіант 7

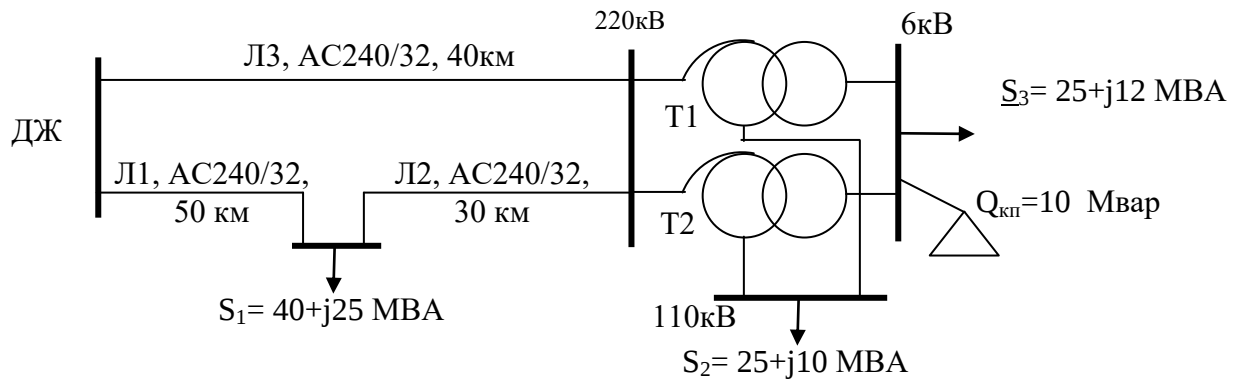


Рисунок 1 – Схема мережі

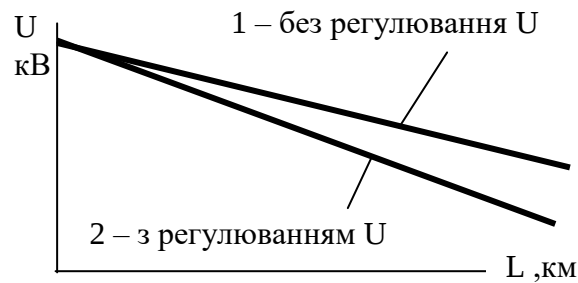


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$U_{ДЖ}=230$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС240/32 ($r_0=0.121$ Ом/км, $x_0=0.435$ Ом/км, $b_0=2,6 \cdot 10^{-6}$ См/км на один ланцюг).

Т1, Т2: АТДЦТН-63000/220/110 ($S_{ном}=63$ МВА, $U_{В-ном}=230$ кВ, $U_{С-ном}=121$ кВ, $U_{Н-ном}=6,6$ кВ; $U_{КВ-С}=11\%$, $U_{КВ-Н}=35,7\%$, $U_{К С-Н}=21,9\%$, $\Delta P_K=215$ кВт, $\Delta P_{НХ}=45$ кВт, $I_{НХ}=0.5\%$).

Варіант 8

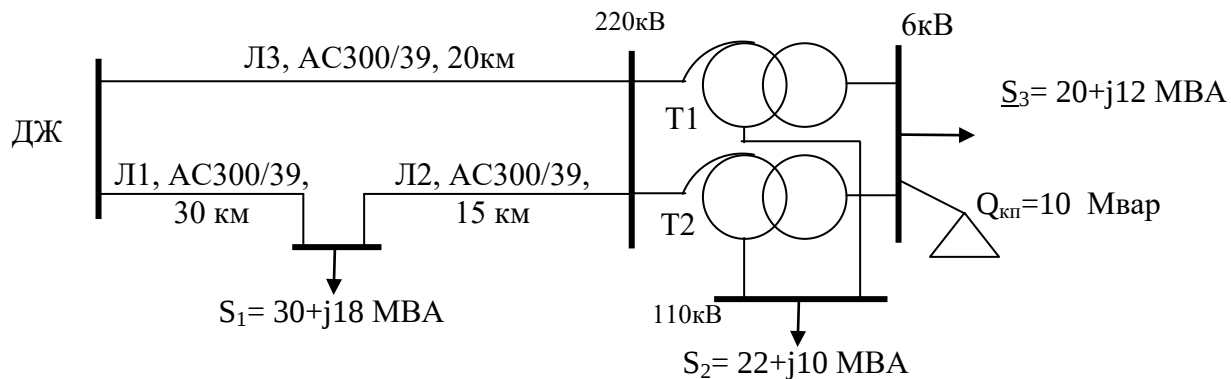


Рисунок 1 – Схема мережі

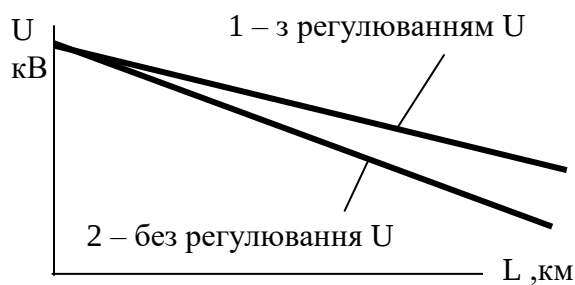


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$U_{ДЖ}=230$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС300/39 ($r_0=0.098$ Ом/км, $X_0=0.429$ Ом/км, $b_0=2.64 \cdot 10^{-6}$ См/км на один ланцюг).

Т1, Т2: АТДЦТН-63000/220/110 ($S_{ном}=63$ МВА, $U_{В-ном}=230$ кВ, $U_{С-ном}=121$ кВ, $U_{Н-ном}=6,6$ кВ; $U_{КВ-С}=11\%$, $U_{КВ-Н}=35,7\%$, $U_{К С-Н}=21,9\%$, $\Delta P_K=215$ кВт, $\Delta P_{НХ}=45$ кВт, $I_{НХ}=0.5\%$).

Варіант 9

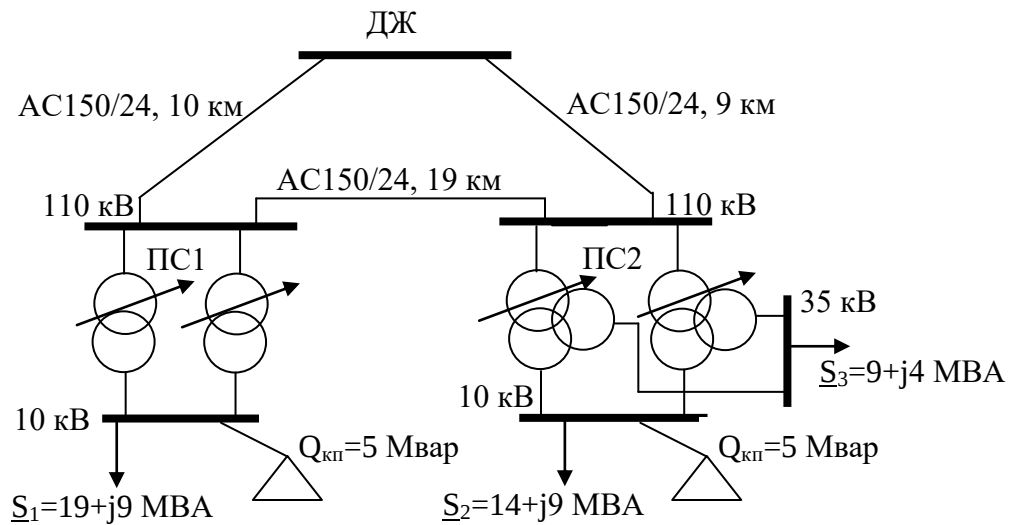


Рисунок 1 – Схема мережі

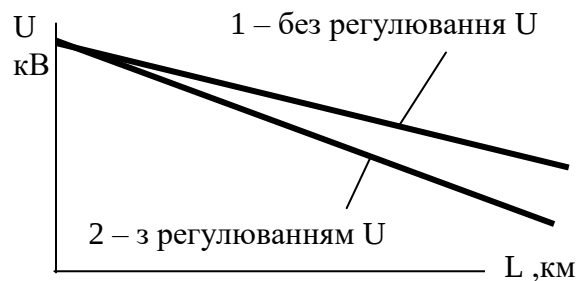


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$U_{ДЖ}=121$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС150/24 ($r_0=0.198$ Ом/км, $X_0=0.42$ Ом/км, $b_0=2,7 \cdot 10^{-6}$ СМ/км на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном}=16$ МВА, РПН $115 \pm 9 \times 1,78\%/11$ кВ, $\Delta P_K=85$ кВт, $\Delta P_X=19$ кВт, $I_X=0.7\%$, $U_K=10,5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном}=25$ МВА, $U_{В-ном}=115$ кВ, $U_{С-ном}=38,5$ кВ, $U_{Н-ном}=11$ кВ; $U_{КВ-С}=10.5\%$, $U_{КВ-Н}=17\%$, $U_{КС-Н}=6\%$, $\Delta P_K=140$ кВт, $\Delta P_{HX}=31$ кВт, $I_{HX}=0.7\%$).

Варіант 10

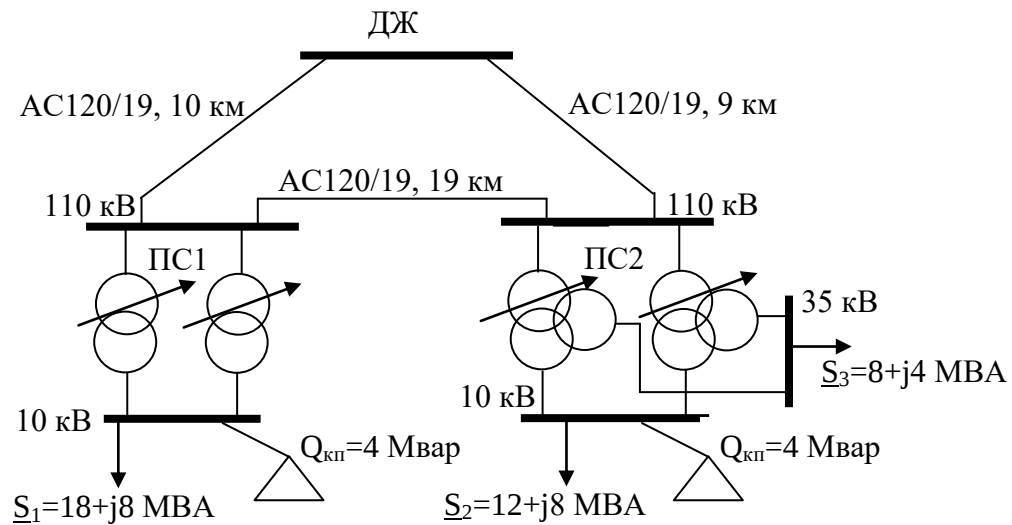


Рисунок 1 – Схема мережі

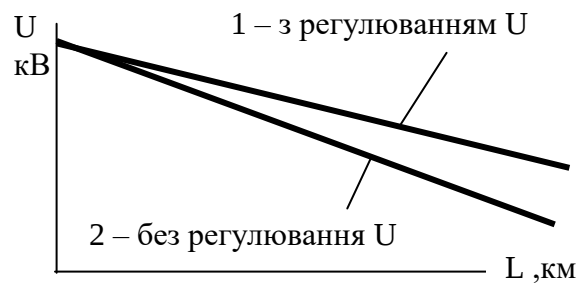


Рисунок 2 – Графік навантаження для визначення режиму роботи КП

Дані мережі:

$U_{ДЖ}=121$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС120/19 ($r_0=0.249$ Ом/км, $X_0=0.427$ Ом/км, $b_0=2.66 \cdot 10^{-6}$ См/км на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном}=16$ МВА, РПН $115 \pm 9 \times 1.78\%/11$ кВ, $\Delta P_K=85$ кВт, $\Delta P_X=19$ кВт, $I_X=0.7\%$, $U_K=10.5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном}=25$ МВА, $U_{В-ном}=115$ кВ, $U_{С-ном}=38.5$ кВ, $U_{Н-ном}=11$ кВ; $U_{К В-С}=10.5\%$, $U_{К В-Н}=17\%$, $U_{К С-Н}=6\%$, $\Delta P_K=140$ кВт, $\Delta P_{HX}=31$ кВт, $I_{HX}=0.7\%$).

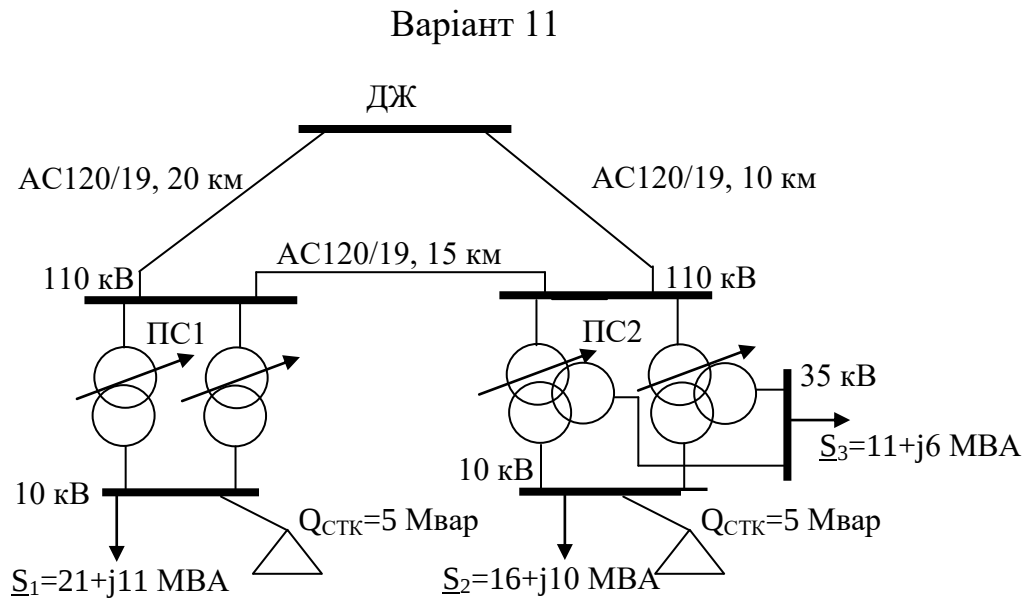


Рисунок 1 – Схема мережі

Дані мережі:

$U_{ДЖ}=115$ кВ.

Л1, Л2, Л3: АС120/19 ($r_0=0.249$ Ом/км, $X_0=0,427$ Ом/км, $b_0=2,66 \cdot 10^{-6}$ См/км на один ланцюг).

ПС1: ТДН-16000/110 ($S_{ном}=16$ МВА, РПН $115 \pm 9 \times 1,78\%/11$ кВ, $\Delta P_K=85$ кВт, $\Delta P_X=19$ кВт, $I_X=0.7\%$, $U_K=10,5\%$).

ПС2: ТДТН-25000/110 ($S_{ном}=25$ МВА, $U_{В-ном}=115$ кВ, $U_{С-ном}=38,5$ кВ, $U_{Н-ном}=11$ кВ; $U_{К В-С}=10.5\%$, $U_{К В-Н}=17\%$, $U_{К С-Н}=6\%$, $\Delta P_K=140$ кВт, $\Delta P_{НХ}=31$ кВт, $I_{НХ}=0.7\%$).

Режим роботи КП ($Q_{СТК}=5$ Мвар, $Q_{бк}>Q_p$)

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. Кириленко О.В. Математичне моделювання в електроенергетиці : підручник / Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф., Мазур Т.А. – Львів : Вид-во нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2013. – 608 с.

2. Журахівський А. В. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посіб. - друге вид., виправ. / А. В. Журахівський, А. Я. Яцейко. - Львів : Видавництво Львівської політехніки. – 2010. – 140 с.

Допоміжна

3. Перхач В.С. Математичні задачі електроенергетики. / В.С. Перхач. – Львів : Вища школа, 1989. – 464 с.

4. Кириленко А.В. Разработка иерархического оперативно-управляющего комплекса и внедрение его в энергообъединении Украины / А.В. Кириленко, В.Л. Прихно, П.А. Черненко // Наука та інновації. – 2008. – Т.4, № 6. – С. 12–25.

5. Стогній Б.С. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк // Техн. електродинаміка. – 2012. – № 5. – С. 52–67.

6. Лежнюк П.Д. Оцінювання чутливості оптимального керування режимами електроенергетичних систем критеріальним методом / П.Д. Лежнюк, Н.В. Остра, В.Ц. Зелінський : монографія. – Вінниця. – 2008. – 131 с.

ДОДАТОК А

(Приклад оформлення титульного аркушу)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

«Підвищення ефективності функціонування електричної мережі»
з дисципліни «Керування режимами електроенергетичних систем»

Виконав: студент групи _____
(підпис)

ФІО

Перевірив: _____
(підпис)

ФІО

ПОКРОВСЬК -2020

ДОДАТОК Б

(Приклад оформлення бланку завдання)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Факультет КІТАЕР
Кафедра електричної інженерії

ЗАВДАННЯ

на індивідуальну, розрахункову, графічну або розрахунково-графічну роботу
ПІБ

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Основні пункти завдання:

2. Вихідні дані:

3. Рекомендована література:

Студент:

(дата) (підпис) (прізвище та ініціали)

Викладач:

(дата) (підпис) (прізвище та ініціали)