

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольної роботи
з дисципліни**

***«ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ
СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»***

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки 24 грудня 2018 р., протокол № 5.

Рекомендовано для магістрів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Електропостачання та ресурсозберігаючі технології» заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. В. П. Нерубацький,
старш. викл. О. А. Плахтій,
асп. Д. А. Гордієнко

Рецензент

доц. Д. Л. Сушко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольної роботи
з дисципліни

*«ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ
СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ»*

Відповідальний за випуск Нерубацький В. П.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 27.02.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 0,75. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теоретична частина контрольної роботи.....	5
2 Практична частина контрольної роботи.....	10
Список літератури.....	15
Додаток А. Вихідні дані до виконання контрольної роботи.....	16
Додаток Б. Розрахункові схеми до виконання практичної частини контрольної роботи.....	17

ВСТУП

На сучасних промислових підприємствах значного поширення набули навантаження, вольт- або вебер-амперні характеристики яких нелінійні. Зазвичай такі навантаження називають нелінійними. До них відносяться в першу чергу різного роду вентиляльні, тиристорні перетворювачі, установки дугового та контактного електрозварювання, електродуги та рудотермічні печі, газорозрядні лампи, силові магнітні підсилювачі та трансформатори. Ці навантаження споживають з мережі струм, крива якого виявляється несинусоїдною, а в багатьох випадках і неперіодичною; в результаті виникають нелінійні спотворення кривої напруги мережі або несинусоїдальні режими.

Несинусоїдальні режими несприятливо позначаються на роботі силового електрообладнання, систем релейного захисту, автоматики, телемеханіки та зв'язку. Економічні збитки, що виникають в результаті впливу вищих гармонік, обумовлені погіршенням енергетичних показників, зниженням надійності функціонування електричних мереж і скороченням терміну служби електроустаткування. У деяких випадках має місце погіршення якості та зменшення кількості продукції, що випускається. Тому прогресуюче впровадження вентиляльного електропривода та електротехнологій зумовлює важливість і актуальність вирішення проблеми вищих гармонік в електричних мережах.

Основне коло питань, що становлять зміст цієї проблеми, зводиться до такого: оцінка електромагнітної сумісності джерел вищих гармонік й інших навантажень, тобто впливу гармонік на електроустановки, та економічного збитку, що виникає при цьому; кількісна оцінка вищих гармонік струму, що генеруються різними нелінійними навантаженнями, і прогнозування значень вищих гармонік струму та напруги в електричних мережах; зниження рівнів вищих гармонік.

Метою виконання контрольної роботи з дисципліни «Електромагнітна сумісність систем електропостачання» є поглиблення теоретичних та практичних знань з дисципліни, опанування навичок дослідження та розрахунку систем електромагнітної сумісності.

Контрольна робота складається з чотирьох питань теоретичної частини, на які у письмовому вигляді необхідно надати обґрунтовані відповіді, та двох задач практичної частини, детальний розв'язок яких теж слід навести у письмовому вигляді на аркушах формату А4.

Вихідні дані до виконання завдань контрольної роботи згідно з індивідуальним варіантом завдання наведено в таблиці А.1 додатка А, а розрахункові схеми до виконання практичної частини контрольної роботи подано на рисунках Б.1–Б.3 додатка Б.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

- 1 Явище та визначення електромагнітної сумісності.
- 2 Визначення гармонік та їх існування в системах електромагнітної сумісності.
- 3 Джерела електромагнітних впливів та їх класифікація.
- 4 Джерела вузькосмугових перешкод.
- 5 Генератори високої частоти та їх вплив в системах електромагнітної сумісності.
- 6 Радіоприймачі. Прилади з кінескопами. Обчислювальні системи.
- 7 Електромагнітний вплив ліній електропостачання.
- 8 Джерела широкосмугових імпульсних перешкод.
- 9 Електромагнітний вплив газорозрядних ламп.
- 10 Джерела широкосмугових перехідних перешкод.
- 11 Комутація струму в індуктивних колах.
- 12 Перехідні процеси в мережах низької та високої напруг.
- 13 Електромагнітний імпульс блискавки та ядерного вибуху.
- 14 Класифікація навколишнього середовища за перешкодами, викликаними електромагнітним випромінюванням.
- 15 Принцип дії екранування.
- 16 Матеріали для виготовлення екранів.
- 17 Екранування приладів і приміщень.
- 18 Кабельні екрани.
- 19 Гальванічний вплив через кола живлення та сигнальні контури.
- 20 Гальванічний вплив по контурах заземлення.

21 Наближені рівняння електромагнітного впливу тягової мережі на суміжні лінії.

22 Методика розрахунків небезпечних впливів ліній високої напруги на кола зв'язку.

23 Небезпечні напруги, що виникають в лініях при гальванічному впливі.

24 Визначення впливаючих струмів на контактну мережу в режимі короткого замикання.

25 Вплив електромагнітних завад на контактну мережу.

26 Методика розрахунку впливів завад тягової мережі.

27 Допустимі рівні та ступені радіоперешкод.

28 Допустимий вплив електромагнітних полів на біоорганізми.

29 Потенціали та струми в рейках на ділянках залізниць постійного струму.

30 Потенціали та струми в рейках на ділянках залізниць змінного струму.

31 Гальванічний вплив електрифікованих залізниць на підземні споруди.

32 Гальванічний вплив електрифікованих залізниць постійного струму на однопровідні кола.

33 Гальванічний вплив електрифікованих залізниць змінного струму.

34 Методика розрахунку впливу тягового струму на роботу рейкових кіл.

35 Розрахунок перешкод, обумовлених гармоніками тягового струму при хорошій ізоляції рейкових кіл.

36 Визначення впливу гармонік тягового струму на рейкові кола, що примикаються до фідера тягової підстанції.

37 Вплив тягового струму на роботу пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації і автоматичного регулювання швидкості поїздів метрополітену.

38 Подання несинусоїдальних струмів і напруг за допомогою рядів Фур'є.

39 Виникнення гармонік при споживанні електроенергії.

40 Гармонічні складові в кривих випрямленої напруги в режимі холостого ходу.

41 Гармонічні складові в кривій випрямленої напруги в режимі навантаження.

42 Гармоніки випрямленої напруги 12-пульсових випрямлячів при симетричних напругах живлення.

43 Гармоніки випрямленої напруги 12-пульсових випрямлячів при несиметричних напругах живлення.

44 Гармоніки випрямленої напруги 12-пульсових випрямлячів при несиметричних і несинусоїдальних напругах живлення.

45 Методика розрахунку гармонік випрямленої напруги багатопульсних випрямлячів.

46 Гармоніки випрямленої напруги випрямно-інверторних агрегатів в симетричному та несиметричному режимах роботи.

47 Гармоніки випрямленої напруги випрямно-інверторних агрегатів при несиметрії імпульсів керування тиристорами.

48 Склад гармонічних складових в кривій первинного струму.

49 Склад гармонік в кривій первинного струму трифазних перетворювачів.

50 Методика гармонічного аналізу вхідного змінного струму і випрямленої напруги з урахуванням їх взаємного впливу.

51 Гармонічний аналіз вхідного струму перетворювачів з компенсаційними пристроями.

52 Гармонічний аналіз струму випрямляча електрорухомого складу.

53 Методи дослідження гармонік напруги та струму в колах тягового електропостачання.

54 Складності в проведенні вимірювань гармонік напруги та струму в колах тягового електропостачання.

55 Засоби вимірювання і аналіз результатів дослідження при проведенні вимірювань гармонік напруги та струму.

56 Графоаналітичний метод гармонічного аналізу несинусоїдальних струмів і напруг.

57 Принцип імпульсного регулювання напруги постійного струму.

58 Тиристорно-імпульсні перетворювачі з частотною модуляцією.

59 Тиристорно-імпульсні перетворювачі з широтною модуляцією.

60 Наближений гармонічний аналіз тягового струму тиристорно-імпульсного перетворювача.

61 Захист, що забезпечує електромагнітну сумісність електрифікованих залізниць та суміжних ліній.

62 Багатопульсні випрямлячі на електрифікованих залізницях.

63 Принцип дії згладжувальних фільтрів тягових підстанцій.

64 Згладжувальні фільтри тягових підстанцій з 12-пульсовими випрямлячами.

65 Експериментальні дослідження ефективності згладжувальних фільтрів.

66 Вибір схем і параметрів активно-пасивних згладжувальних фільтрів тягових підстанцій.

67 Захисна (екрануюча) дія відсмоктувальних трансформаторів.

68 Методика розрахунку захисної дії відсмоктувальних трансформаторів.

69 Зменшення залишкової напруги на лініях електропередач.

70 Згладжувальні пристрої, що включаються в лінії електропередач змінного струму.

71 Розрахунок параметрів компенсаційного фільтра трифазної лінії електропередач.

72 Захист однопровідних кіл і підземних споруд від впливу блукаючих струмів в землі.

73 Способи зменшення блукаючих струмів.

74 Основні заходи захисту підземних споруд від блукаючих струмів.

75 Катодний захист підземних споруд від блукаючих струмів.

76 Дренажний захист підземних споруд від блукаючих струмів.

77 Захист від іскроутворення споруд з легко займистими речовинами від блукаючих струмів.

78 Засоби пасивного захисту від перешкод в колах зв'язку.

79 Застосування обмежувачів перенапруг в колах зв'язку.

80 Застосування іскрових розрядників у колах зв'язку.

- 81 Гібридні розрядні кола.
- 82 Оптрони та світлопровідні лінії.
- 83 Розподільні трансформатори у колах зв'язку.
- 84 Електромагнітна сумісність тягового електропостачання з мережами живлення.
- 85 Способи оптимізації завантаження перетворювальних агрегатів.
- 86 Оптимізація режиму напруги для компенсації реактивної потужності.
- 87 Вплив параметрів перетворювальних трансформаторів на споживання реактивної потужності.
- 88 Перетворювальні агрегати зі штучною комутацією.
- 89 Розрахунок пристроїв компенсації перетворювальних агрегатів.
- 90 Установки поперечної ємнісної компенсації і фільтрокомпенсуючі пристрої тягових підстанцій.
- 91 Підвищення коефіцієнта потужності тягових підстанцій застосуванням багатопульсових схем випрямлення.
- 92 Спотворення напруги, обумовлені роботою установок дугового електрозварювання з мостовими випрямлячами.
- 93 Пристрої релейного захисту в енергосистемах.
- 94 Гармоніки напруги та струму в колах суміжних систем.
- 95 Дослідження засобів вимірювань при наявності гармонік напруги та струму.
- 96 Модель електромагнітної сумісності системи електричної тяги.
- 97 Нормування умов роботи персоналу та проживання людей в зоні впливу ліній електропередач.
- 98 Нормування безпечних для людини напруженостей електричних і магнітних полів.
- 99 Екологічні аспекти електромагнітної сумісності.
- 100 Електромагнітна обстановка на робочих місцях і в побуті.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1 Живлення цеху здійснюється по лінії 10 кВ довжиною 300 м, виконаній кабелем марки ААБ2 з перетином $3 \times 120 \text{ мм}^2$. Струм, що передається по кабелю, в період максимуму складає $I_{\max} = 400 \text{ А}$ при $\cos \varphi = 0,85$. Протягом року по лінії передається $W_2 = 32 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ активної та $V_2 = 21 \cdot 10^6 \text{ квар} \cdot \text{год}$ реактивної енергії, при цьому цех працює безперервно. Визначити річні втрати електроенергії в лінії.

2 На промпідприємстві встановлено два трансформатори по 10 МВ·А, 115/11 кВ. Навантаження впродовж року: 12 МВт – 2000 год; 4,8 МВт – 6760 год. Коефіцієнт потужності складає $k_n = 0,9$. Втрати потужності при холостому ході трансформаторів складають $\Delta P_{x.x} = 18 \text{ кВт}$, при короткому замиканні – $\Delta P_{к.з} = 60 \text{ кВт}$. Визначити втрати електроенергії при роботі двох трансформаторів впродовж року та кількість електроенергії, яку отримують споживачі за рік.

3 Підстанція сполучена з мережею 110 кВ довжиною 80 км з опором $z_m = 21 + j34 \text{ Ом}$. Розрахункове найбільше навантаження підстанції складає $S = 22 + j20 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. За умовами роботи споживачів втрати напруги в мережі при даному навантаженні не повинні перевищувати 6 %. Для зниження втрат навантаження в кожному фазу мережі послідовно вмикаються однофазні конденсатори типу КС2А-0,66-40 потужністю 40 квар, напругою 0,66 кВ. Визначити необхідне число конденсаторів, номінальну напругу та встановлену потужність батареї конденсаторів.

4 Визначити уставки регулятора за заданими значеннями відхилень напруги на шинах трансформатора з ізолюваною нейтраллю: $V'_0 = +5 \%$; $V''_0 = -3 \%$. Мережа кабельна, відношення еквівалентних опорів лінії $X_e/R_e = 0,262$. Номінальна напруга лінії $U_n = 10 \text{ кВ}$, струм на головній ділянці в режимі найбільшого навантаження $I_{\max} = 500 \text{ А}$ при $\cos \varphi = 0,9$. Номінальне значення струму на первинній обмотці трансформатора $I_m = 600 \text{ А}$. Сумарний коефіцієнт трансформації для основного та проміжного трансформаторів напруги $k_n = 100$. Відношення втрат напруги в мережі при найменшому та найбільшому навантаженні $\beta = 0,33$.

5 Номінальна потужність групи трифазних електродвигунів складає $P_n = 550 \text{ кВт}$, коефіцієнт використання $k_e = 0,6$; коефіцієнт

змінності за енерговикористанням $\alpha = 0,75$; річний фонд робочого часу $T_p = 5000$ год. Визначити річні втрати електроенергії в кабельній лінії довжиною 150 м, виконаній трьома трижильними кабелями марки ААБ перетином 3×150 мм², прокладеним в землі. Номінальна напруга мережі 380 В, середньовизначений річний коефіцієнт $\cos\varphi = 0,8$.

6 Визначити значення ефективного навантаження різнотипових зварювальних трансформаторів, до складу яких входять три трифазних (трансформатори типу SPM-009 з номінальною потужністю $S_y = 900$ кВ·А; коефіцієнтом завантаження $k_z = 1$; коефіцієнтом вмикання $k_g = 0,01$), шість двофазних (трансформатори типу SPM-19 з номінальною потужністю $S_y = 500$ кВ·А; коефіцієнтом завантаження $k_z = 0,9$; коефіцієнтом вмикання $k_g = 0,02$) та двадцять сім однофазних (трансформатори типу МТП-600 з номінальною потужністю $S_y = 600$ кВ·А; коефіцієнтом завантаження $k_z = 0,7$; коефіцієнтом вмикання $k_g = 0,03$).

7 Підібрати кабель для живлення однофазного електроприймача при частоті 1000 Гц, робочому струмі 200 А та відстані 70 м від розподільного щита 380 В. Визначити втрати напруги в мережі.

8 Підібрати шинопровід для живлення нагрівача від мережі 750 В при найбільшому робочому струмі 800 А і частоті 2500 Гц при відстані 25 м. Розрахувати втрати напруги в шинопроводі.

9 Визначити коефіцієнт несинусоїдальності напруги на шинах 10 кВ підприємства. Схему заміщення для ν -ї гармоніки з позначенням опорів і розрахункових значень повних потужностей вентильного навантаження наведено на рисунку Б.1 додатка Б.

10 Система передачі електроенергії до споживача складається з таких елементів: генератора, підвищувального трансформатора, лінії електропередачі, знижувального трансформатора. Ймовірності пошкодження елементів передачі $q_z = 2 \cdot 10^{-3}$; $q_{m1} = 5 \cdot 10^{-5}$; $q_l = 2 \cdot 10^{-3}$; $q_{m2} = 4 \cdot 10^{-5}$. Визначити ймовірність того, що споживач не отримає електроенергію через пошкодження системи, враховуючи пошкодження елементів незалежними подіями.

11 Споживач отримує електроенергію по двох лініях електропередачі. Ймовірність пошкодження кожної лінії

$q_l = 4 \cdot 10^{-3}$. Кожна лінія може пропустити 100 % потужності. Події пошкодження ліній незалежні. Визначити ймовірність пошкодження двох ліній та ймовірність збереження електропостачання споживачу.

12 До силового пункту підключено групу електроприймачів тривалого режиму роботи з номінальними потужностями: п'ять по 0,1 кВт; 10 по 4 кВт; п'ять по 7 кВт; два по 10 кВт. Груповий коефіцієнт використання складає $k_g = 0,6$. Визначити ефективне число використання електроприймачів.

13 Визначити піковий струм в мережі, яка живить групу електроприймачів з розрахунковим струмом $I_p = 300$ А. Максимальний пусковий струм має електродвигун приводу насоса з такими технічними даними: номінальна потужність $P_{ном} = 55$ кВт; номінальна напруга живлення $U_{ном} = 380$ В; коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,8$; ККД $\eta = 95$ %; кратність пускового струму $k_n = I_{пуск} / I_{ном} = 6$; коефіцієнт використання $k_g = 0,7$.

14 Встановлена потужність цеху складає $P_{ном} = 5870$ кВт, площа цеху $F = 22500$ м², коефіцієнт використання для електроприймачів цеху $k_c = 0,4$; коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,7$; коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\varphi = 1,02$. Як джерела світла використовуються газорозрядні лампи. Визначити повну розрахункову потужність цеху.

15 До компресорної станції напругою 6 кВ ввімкнено синхронні двигуни з такими параметрами: встановлена потужність $P_n = 1290$ кВт; коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\varphi = 0,48$; коефіцієнт використання $k_g = 0,8$. Визначити розрахункову реактивну потужність.

16 Визначити намагнічувальну силу спрацьовування проміжного реле 110 В змінного струму та індуктивний опір обмотки реле в момент пуску, тобто в перший момент подачі напруги на котушку реле. Використати такі параметри реле: опір обмотки реле $r_p = 790$ Ом; кількість витків обмотки $w_p = 8000$ витків; пусковий струм $I_{пуск} = 0,063$ А.

17 Підібрати перетин кабеля та плавку вставку для трифазного електродвигуна потужністю $P_n = 55$ кВт, номінальний струм якого $I_n = 102$ А, пусковий струм $I_n = 510$ А. Пуск

електродвигуна здійснюється під навантаженням. Завантаженість двигуна складає 75 % від номінального режиму роботи.

18 Підібрати перетин кабеля та плавку вставку до електродвигуна з такими параметрами: номінальна потужність $P_n = 28$ кВт; номінальна напруга $U_n = 380$ В; кратність пускового струму $I_n/I_n = 5$; ККД $\eta = 0,89$; коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,9$. Пуск електродвигуна здійснюється без навантаження.

19 Вентилятор з приводним двигуном трифазного струму 380 В живиться від підстанції, що знаходиться на відстані 200 м. Номінальна потужність двигуна $P_n = 100$ кВт, номінальний струм $I_n = 180$ А, пусковий струм $I_{пуск} = 800$ А. Середнє навантаження двигуна $P_{сер} = 64$ кВт, $\cos\varphi_{сер} = 0,8$. Визначити перетин кабеля живлення двигуна та втрати напруги в ньому.

20 Живлення електродвигунів здійснюється змінним струмом в мережі 380 В. Відстань від підстанції 160 м. Розрахунковий струм групи електродвигунів складає $I_p = 112$ А, $\cos\varphi = 0,8$. Пусковий струм найбільшого двигуна складає 175 А, а його розрахунковий струм – 30 А. Визначити перетин кабеля живлення та втрати напруги в мережі.

21 Розрахунковий струм групи електроприймачів, що працюють з $\cos\varphi = 1$ при нарузі 380/220 В, дорівнює $I_p = 250$ А. Живлення здійснюється від підстанції, розташованої в 100 м, чотирижильним алюмінієвим кабелем, прокладеним по конструкціях. Розподільна мережа виконана дротами в трубах з середньою довжиною 15 м. Визначити перетин кабеля живлення та його захист.

22 Визначити розміри шини для підживлення тролейної лінії з такими параметрами: напруга лінії $U_n = 380$ В; довжина лінії від підстанції до точки приєднання до тролєя $l = 60$ м; довжина тролейної лінії, виконаної кутом 50×50×5, від точки приєднання до найбільш віддаленого кінця $l_m = 110$ м; максимальний струм навантаження $I_{max} = 120$ А; струм у час пік $I_n = 355$ А; допустима втрата напруги до найбільш віддаленої точки тролейної лінії $\Delta U_0 = 21,7$ В; втрати напруги в лінії на 1 км при $\cos\varphi = 0,5$ складають $\Delta U_m = 3,32$ В/(А·км).

23 Освітлювальна мережа населеного пункту виконана повітряною мережею трифазного змінного струму 220 В з алюмінієвими дротами. Навантаження мережі в амперах, відстань

між ними в метрах та перетин дротів наведено на рисунку Б.2 додатка Б. Навантаження мережі рівномірно розподілене між трьома фазами, коефіцієнт потужності навантаження складає $k_n = 1$. Активний опір 1 км дроту марки А-16 дорівнює $r_{16} = 1,96$ Ом/км, дроту марки А-50 – $r_{50} = 0,63$ Ом/км. Визначити струморозподілення та найбільші втрати напруги в мережі.

24. Мережа 10 кВ нафтопромислового району виконана дротом марки А-16. Навантаження в амперах та довжини ліній в кілометрах наведено на рисунку Б.3 додатка Б. Коефіцієнт потужності всіх навантажень однаковий та дорівнює $k_n = 0,8$. Активний та реактивний опори 1 км лінії складають відповідно $r_0 = 1,96$ Ом/км; $x_0 = 0,39$ Ом/км. Визначити втрати напруги до точок мережі a та b .

25. Визначити активні втрати потужності в обмотках триобмоткового трансформатора 40 МВ·А при коефіцієнтах завантаження $k_{з.вн} = 0,8$; $k_{з.сн} = 0,45$; $k_{з.нн} = 0,35$. Втрати потужності при холостому ході трансформатора складають $\Delta P_{х.х} = 63$ кВт, при короткому замиканні – $\Delta P_{к.з} = 230$ кВт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Щербак Я. В. Замкнутые системы компенсации неканонических гармоник полупроводниковых преобразователей. Харьков: ХФИ «Транспорт Украины». 1999. 256 с.

2 ДСТУ ІЕС 61000-4-2:2008. Електромагнітна сумісність. Частина 4-2. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до електростатичних розрядів (ІЕС 61000-4-2:2001, IDT).

3 ДСТУ ІЕС 61000-4-4:2008. Електромагнітна сумісність. Частина 4-4. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до швидких перехідних процесів/пакетів імпульсів (ІЕС 61000-4-4:2004, IDT).

4 ДСТУ ІЕС 61000-4-5:2008. Електромагнітна сумісність. Частина 4-5. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до сплесків напруги та струму (ІЕС 61000-4-5:2005, IDT).

5 ДСТУ ІЕС 61000-4-9:2007. Електромагнітна сумісність. Частина 4-9. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до імпульсних магнітних полів (ІЕС 61000-4-9:2001, IDT).

6 ДСТУ ІЕС 61000-4-10:2008. Електромагнітна сумісність. Частина 4-10. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до загасного коливального магнітного поля (ІЕС 61000-4-10:2001, IDT).

7 ДСТУ ІЕС 61000-2-12:2013 Електромагнітна сумісність. Частина 2-12. Електромагнітна обстановка. Рівні сумісності для низькочастотних кондуктивних збурень та сигналів у системах електропостачання середньої напруги загальної призначеності (ІЕС 61000-2-12:2003, IDT).

8 ДСТУ EN 61000-6-4:2016 Електромагнітна сумісність. Частина 6-4. Родові стандарти. Емісія завад у виробничих зонах (EN 61000-6-4:2007; EN 61000-6-4:2007/A1:2011, IDT).

ДОДАТОК А
Вихідні дані до виконання контрольної роботи

Таблиця А.1 – Варіанти завдань до виконання контрольної роботи

Варіант	Питання	Задачі
1	1, 26, 51, 76	1, 13
2	2, 27, 52, 77	2, 14
3	3, 28, 53, 78	3, 15
4	4, 29, 54, 79	4, 16
5	5, 30, 55, 80	5, 17
6	6, 31, 56, 81	6, 18
7	7, 32, 57, 82	7, 19
8	8, 33, 58, 83	8, 20
9	9, 34, 59, 84	9, 21
10	10, 35, 60, 85	10, 22
11	11, 36, 61, 86	11, 23
12	12, 37, 62, 87	12, 24
13	13, 38, 63, 88	13, 25
14	14, 39, 64, 89	14, 1
15	15, 40, 65, 90	15, 2
16	16, 41, 66, 91	16, 3
17	17, 42, 67, 92	17, 4
18	18, 43, 68, 93	18, 5
19	19, 44, 69, 94	19, 6
20	20, 45, 70, 95	20, 7
21	21, 46, 71, 96	21, 8
22	22, 47, 72, 97	22, 9
23	23, 48, 73, 98	23, 10
24	24, 49, 74, 99	24, 11
25	25, 50, 75, 100	25, 12

ДОДАТОК Б

Розрахункові схеми до виконання практичної частини контрольної роботи

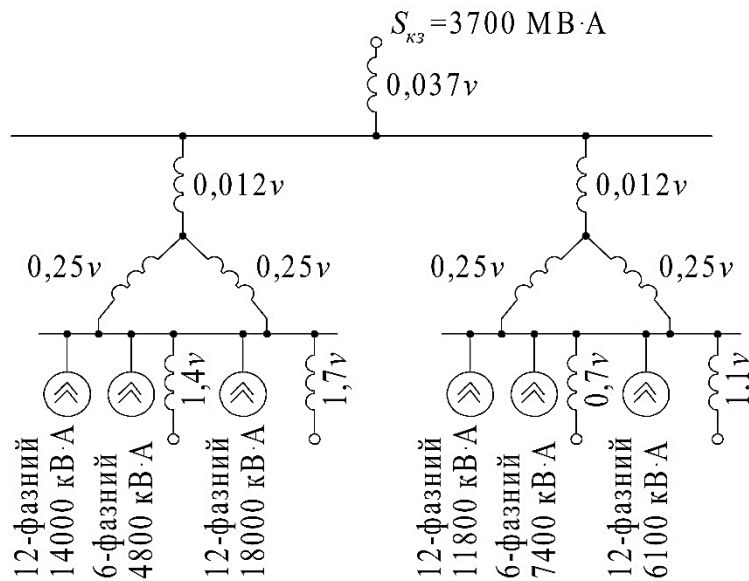


Рисунок Б.1 – Схема мережі 10 кВ вентиляного навантаження

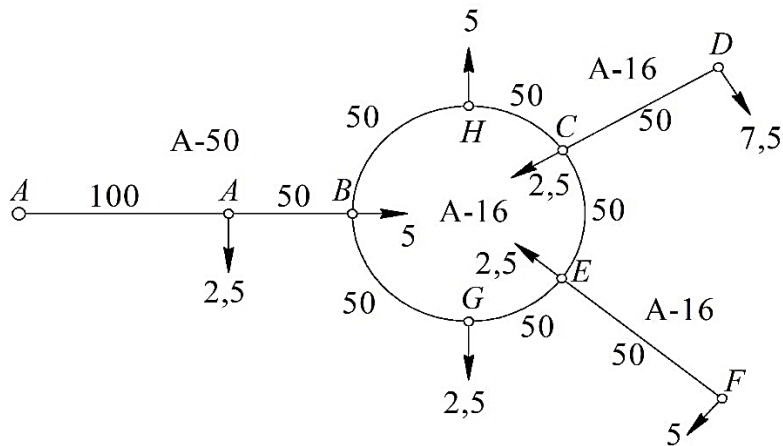


Рисунок Б.2 – Схема навантаження освітлювальної мережі 220 В

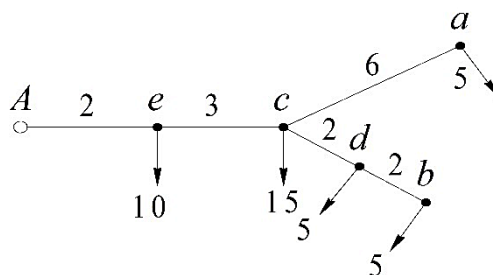


Рисунок Б.3 – Схема мережі 10 кВ нафтопромислового району

