

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ**  
**КАФЕДРА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

**“Затверджую”**

Завідувач кафедри відновлюваних  
джерел енергії

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2021 р.

Завідувач \_\_\_\_\_ С.О.Кудря  
/підпис/

# **ПАСПОРТ ЛАБОРАТОРІЇ**

**лабораторії перехідних електромеханічних процесів**

**(лабораторія №001)**

КИЇВ 2021

## **ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

### **Відповідальний за лабораторію:**

Ст викладач Бондаренко В'ячеслав Іванович.

### **Викладачі, які проводять лабораторні роботи:**

старший викладач Бондаренко В'ячеслав Іванович,

асистент Вожаков Роман Вікторович,

старший викладач Болотний Микола Петрович,

асистент Бондаренко Олександр Леонідович.

### **Загальний вигляд лабораторії перехідних електромеханічних процесів**



**ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН,  
З ЯКИХ ПРОВОДЯТЬСЯ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ**

№ п/п	Дисципліна	Шифр спеціальності	Викладач
1.	<b>Експлуатація та режими роботи електростанцій</b>	<b>141</b> <i>"Електромеханіка енергетика електротехніка"</i>	<b>Бондаренко В.І. Бондаренко О.Л.</b>
2.	<b>Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах</b>	<b>141</b> <i>"Електромеханіка енергетика електротехніка"</i>	<b>Бондаренко В.І. Болотний М.П.</b>
3.	<b>Перехідні електромеханічні процеси в електроенергетичних системах</b>	<b>141</b> <i>"Електромеханіка енергетика електротехніка"</i>	<b>Бондаренко В.І. Вожаков Р.В.</b>

## **ПЕРЕЛІК**

### **лабораторних робіт, які виконуються в лабораторії перехідних електромеханічних процесів**

1. Ознайомлення з устаткуванням і схемою електричних з'єднань електродинамічної моделі (ЕДМ) кафедри електричних станцій
2. Моделювання перехідних електромеханічних процесів в електричній системі на ЕДМ. Керування ЕДМ
3. Експериментальне визначення параметрів елементів ЕДМ.
4. Статична стійкість найпростішої нерегульованої системи.
5. Статична стійкість найпростішої регульованої системи.
6. Вимірювання омичних опорів і опору ізоляції генераторів.
7. Експериментальне визначення експлуатаційних параметрів елементів
8. Дослідження несиметричних режимів синхронних генераторів.
9. Фазування електрообладнання електростанцій.
10. Робота синхронного генератора при втраті збудження.
11. Дослідження лавини напруги і частоти.

## ПРАВИЛА

### виконання робіт з використанням електроустаткування лабораторії перехідних електромеханічних процесів

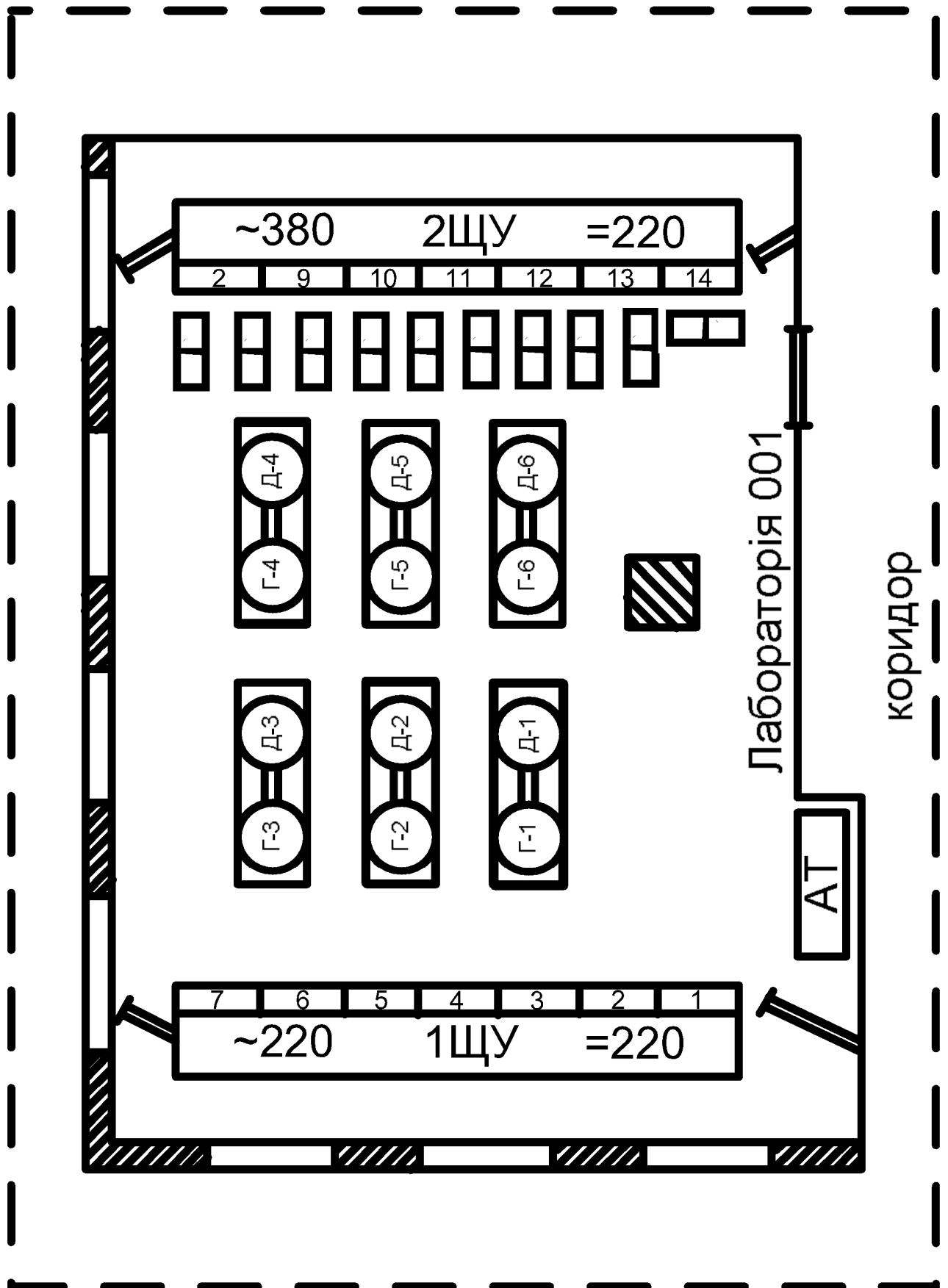
1. Правила є обов'язковими для завідуючих лабораторіями, лаборантів, учбових майстрів, викладачів та студентів.
2. Усі роботи - навчальні та науково-дослідні проводити при наявності дозволу завідуючого лабораторією, чи іншого працівника, який має III кваліфікаційну групу з електробезпеки.
3. Введення лабораторії в роботу на поточний день здійснюється тільки відповідальним за лабораторію ст. викладач Бондаренко В.І. і зав. лабораторією Янковським Б.М.
4. Відповідальність за технічний стан лабораторії Бондаренко В.І.
5. Відповідальним викладачем за користування аудиторією №001 також є старший викладач Бондаренко В.І.
6. Дозвіл на виконання навчальних робіт може бути виданий до кінця року, а дослідних робіт - не більш ніж на 30 календарних днів. При необхідності продовження робіт повинен бути одержаний новий дозвіл з записом в оперативному журналі.
7. До робіт в приміщенні лабораторії допускаються студенти, ознайомлені з даними правилами і які пройшли загальний інструктаж з техніки безпеки.
8. Заняття в лабораторії здійснюється тільки після допуску зав. лабораторією чи відповідального за неї. Викладач, що веде заняття чи призначає іншу роботу в приміщенні лабораторії повинний:
  - провести інструктаж з безпечного проведення робіт, ознайомити студентів із правилами користування обчислювальною технікою;
  - контролювати роботу студентів під час проведення занять,
  - забезпечити оформлення допуску студентів до роботи записами у відповідних контрольних журналах;
  - приймати аудиторію на початку заняття і здавати відповідальним після їхнього закінчення.
9. Допуск студентів до індивідуальних робіт здійснюється тільки відповідальними за лабораторію, при цьому робиться запис у журнал обліку робіт з вказівкою часу початку та закінчення робіт і номер електрообладнання, на якому здійснюється робота.
10. Присутність студентів, що не беруть участь у лабораторних роботах чи не мають допуск на проведення інших робіт на електроустановці, забороняється.
11. Відповідальні за проведення робіт мають право припинити роботу і видаляти з робочого місця студентів, що порушують дисципліну чи правила користування електроустановкою, і повідомляти про правопорушення зав. лабораторією і керівництво кафедри.

- 12.Приміщення лабораторії відноситься до категорії Д (приміщення без підвищеної небезпеки), у ньому не присутні ні один з небезпечних ознак (велика запиленість, підвищена вологість, наявності біо- та хімічно-активних середовищ і т.п.). Для гасіння пожежі електрообладнання у лабораторії встановлено вуглекислотний вогнегасник типу ОУ-2.
- 13.Завідувач лабораторією відповідає за повну справність комп'ютерної техніки та забезпечує систематичний (не менше одного разу на місяць) профілактичний огляд його із внесенням результатів огляду в лабораторний журнал.

Відповідальний за лабораторію  
Завідувач лабораторіями

Бондаренко В.І.  
Янковський Б.М.

ПЛАН ПЛАН-СХЕМА ОСНОВНОГО  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ І ЩИТІВ  
в лабораторії перехідних електромеханічних процесів



Площа лабораторії: 91,3 м<sup>2</sup>

Кількість робочих місць: 25

# Перелік обладнання лабораторії перехідних електро- механічних процесів

## Додаток А1

### Лабораторний стенд

ЕДМ електричної станції розташовується в приміщенні 001 - лабораторії перехідних електромеханічних процесів і призначена для фізичного моделювання перехідних електромеханічних процесів і інших режимів в електричних системах. ЕДМ обладнана синхронними генераторами.

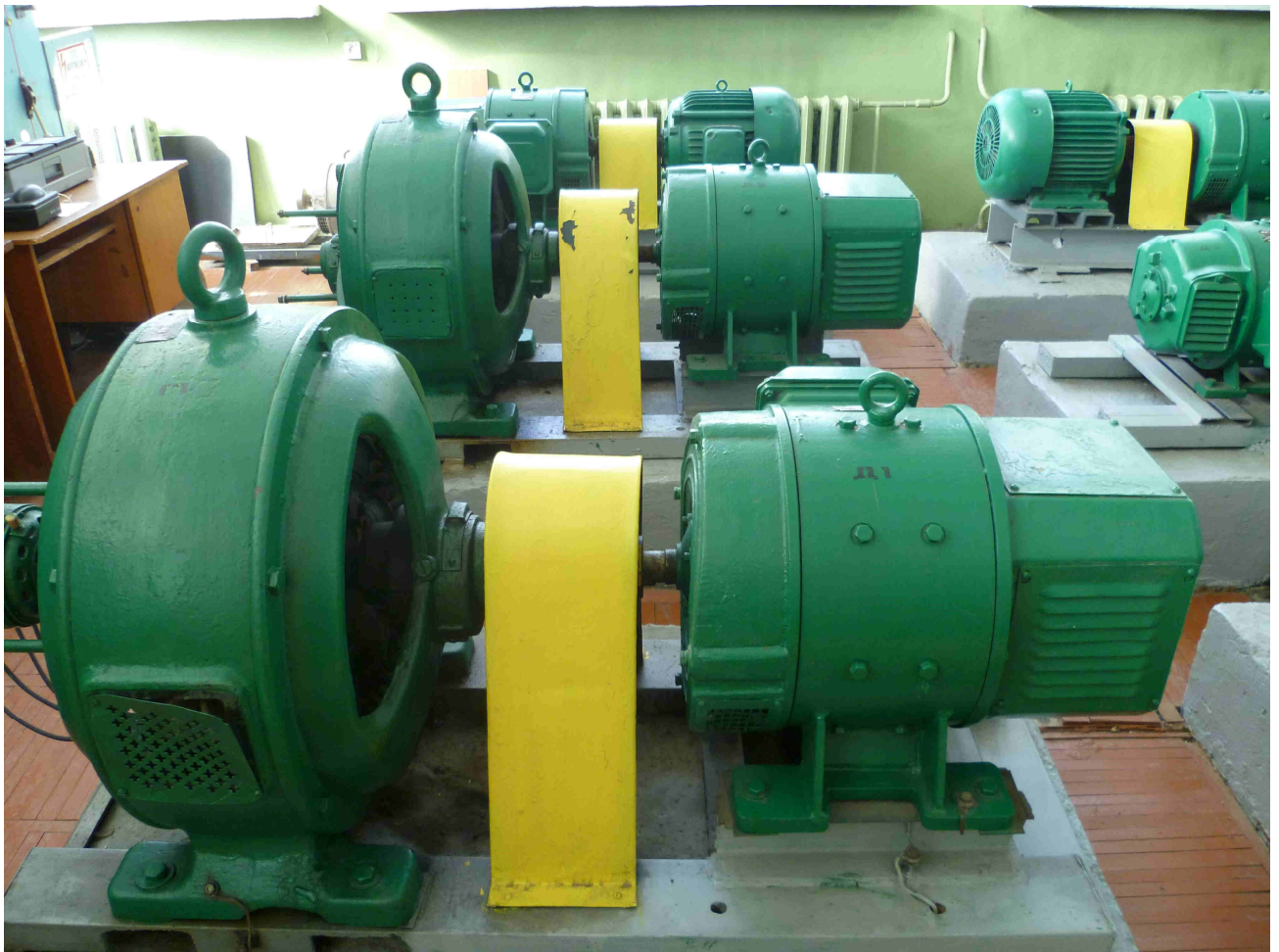


Рис.1. Зовнішній вигляд явнополюсних синхронних генераторів Г1, Г2 з відповідними двигунами постійного струму (Д1, Д2)

Номинальні параметри синхронних генераторів Г1, Г2:

Номинальна напруга 220 В;

Номинальна потужність 8 кВт;

Номинальний коефіцієнт потужності  $\cos(\varphi)=0.8$ ;

Номинальна частота обертання 1000 об/хв.



Збудження синхронних генераторів Г1, Г2 здійснюється від двохпівперіодного мостового перетворювача, що живляться від вторинної обмотки однофазного трансформатора. Напруга на первинну обмотку трансформатора подається від регульованого автотрансформатора, що дає можливість регулювати напругу і струм збудження генератора.



Рис.2. Зовнішній вигляд неявнополюсних синхронних генераторів Г5, Г6 з відповідними двигунами постійного струму (Д5, Д6)

Номінальні параметри синхронних генераторів Г5, Г6:

Номінальна напруга 400 В;

Номінальна потужність 12 кВт;

Номінальний коефіцієнт потужності  $\cos(\varphi)=0.8$ ;

Номінальна частота обертання 1500 об/хв.

Збудження синхронних генераторів Г5, Г6 здійснюється від регульованого тиристорного перетворюючого пристрою типу ПТО-М-230-50-У4.

Привід кожного синхронного генератора здійснюється відповідним двигуном постійного струму (Д1, Д2, Д5, Д6) потужністю 11 кВт, напругою 220В.

ЕДМ обладнана двома мотор-генераторами (МГ-1, МГ-2) які можуть бути використані і як джерела постійного струму напругою 220 В. Потужність генераторів Г3 (МГ-1) і Г4 (МГ-2) — 16 кВт. Асинхронний двигун Д3 генератора Г3 розрахований на напругу 380 В. Потужність двигунів Д3 і Д4 — 220 кВт. Синхронні генератори Г1 і Г2 обладнані малопотужними однофазними синхронними генераторами з трьома парами полюсів (модульними генераторами). Збудження модульного генератора здійснюється від статичного перетворювача.



Рис.3. Зовнішній вигляд щита керування 1ЩУ з вимірювальними пристроями

Комутаційна і вимірювальна апаратура, а також прилади керування, захисту, сигналізації і виміру синхронних генераторів Г1, Г2, їхніх двигунів Д1, Д2, а також МГ-1 (Д3, Г3), змонтовані на щиті керування 1ЩУ.



Щит складається із семи панелей (1 - 7), уздовж яких змонтовані шини змінного струму напругою 220 В і постійного струму напругою 220В.

Апарати комутації, керування і вимірювання, а також прилади сигналізації і захисту синхронних генераторів Г5 і Г6, їхніх двигунів Д5, Д6 і мотор-генератора МГ-2 (Д4, Г4), змонтовані на щиті керування 2ЩУ, що складається із семи панелей (8 - 14), уздовж яких змонтовані шини змінного струму напругою 380В і шини постійного струму напругою 220В.



Рис.4. Зовнішній вигляд щита керування 2ЩУ з синхронними генераторами та двигунами постійного струму

Між шинами змінного струму 380В 1ЩУ і 220В 2ЩУ передбачено кабельний зв'язок через автотрансформатор 380/220В потужністю 25кВА з панелі 8 (контактор К8-1,2) на панель 1 (магнітний пускач К1-1,2). Передбачено також кабельний зв'язок між шинами постійного струму 1ЩУ і 2ЩУ з панелі 14 (рубильник Р14-2) на панель 7 (рубильник Р7-2).

# Електропостачання та головна схема електричних з'єднань ЕДМ електростанції

Електропостачання ЕДМ (лабораторії 001) передбачено з щитів приміщення 002 двома кабелями на змінному струмі напругою 380 В; панель 4 (автомат А4-5), панель 11 (рубильник Р11-1); і двома кабелями на постійному струмі напругою 220 В: панель 7 (рубильник Р7-1), панель 14 (рубильник Р14-1).

Дві секції щита змінного струму напругою 380 В приміщення 002 живляться двома кабелями з підстанції навчального корпусу №20, на якій встановлено два знижувальних трансформатори потужністю 1000 кВА, напругою 10/0,4/0,23 кВ.

Щит постійного струму приміщення 002 може бути з'єднаний як з генератором постійного струму мотор-генератора потужністю 70 кВт, встановленого в приміщенні 002, так і з перетворювачем, який встановлено у тому ж приміщенні 002. Переважно як джерело постійного струму потрібно використовувати перетворювач ("малощумний" агрегат). Живлення двигуна мотор-генератора і первинної обмотки перетворювача здійснюється з щита змінного струму напругою 380 В (приміщення 002).

Таким чином, напруга 220 В постійного струму на шини 1ЩУ може бути подана від мотор-генератора МГ-1 (Г3), з 2ЩУ (Р14-2) чи з приміщення 002 (автомат АОО2-Р7-1), а на шини 2ЩУ — від мотор-генератора МГ-2 (Г4), із приміщення 002 (автомат АОО2-Р14-1) чи з 1ЩУ (Р7-2).

Напруга на шини 220 В змінного струму 1ЩУ може бути подана від автотрансформатора, або від генераторів Г1, Г2. Напруга на шини 380 В змінного струму 2ЩУ може бути подана з приміщення 002 (АОО2-Р14-1) з 1ЩУ через автотрансформатор (К8-1,2) чи від генераторів Г5, Г6.

Головні ланцюги приміщення 002 (вводи, мотор-генератор, перетворювач) і лабораторії 001 (вводи, генератори, двигуни, автотрансформатор, лінії) приєднуються через головні автомати, що здійснюють одночасно і максимальний струмовий захист відповідних ланцюгів.

У ланцюгах, що вимагають дистанційного керування (генератори, двигуни, автотрансформатор, перетворювач), додатково до автоматів передбачається установка магнітних пускачів (які мають додатковий захист) чи контакторів.

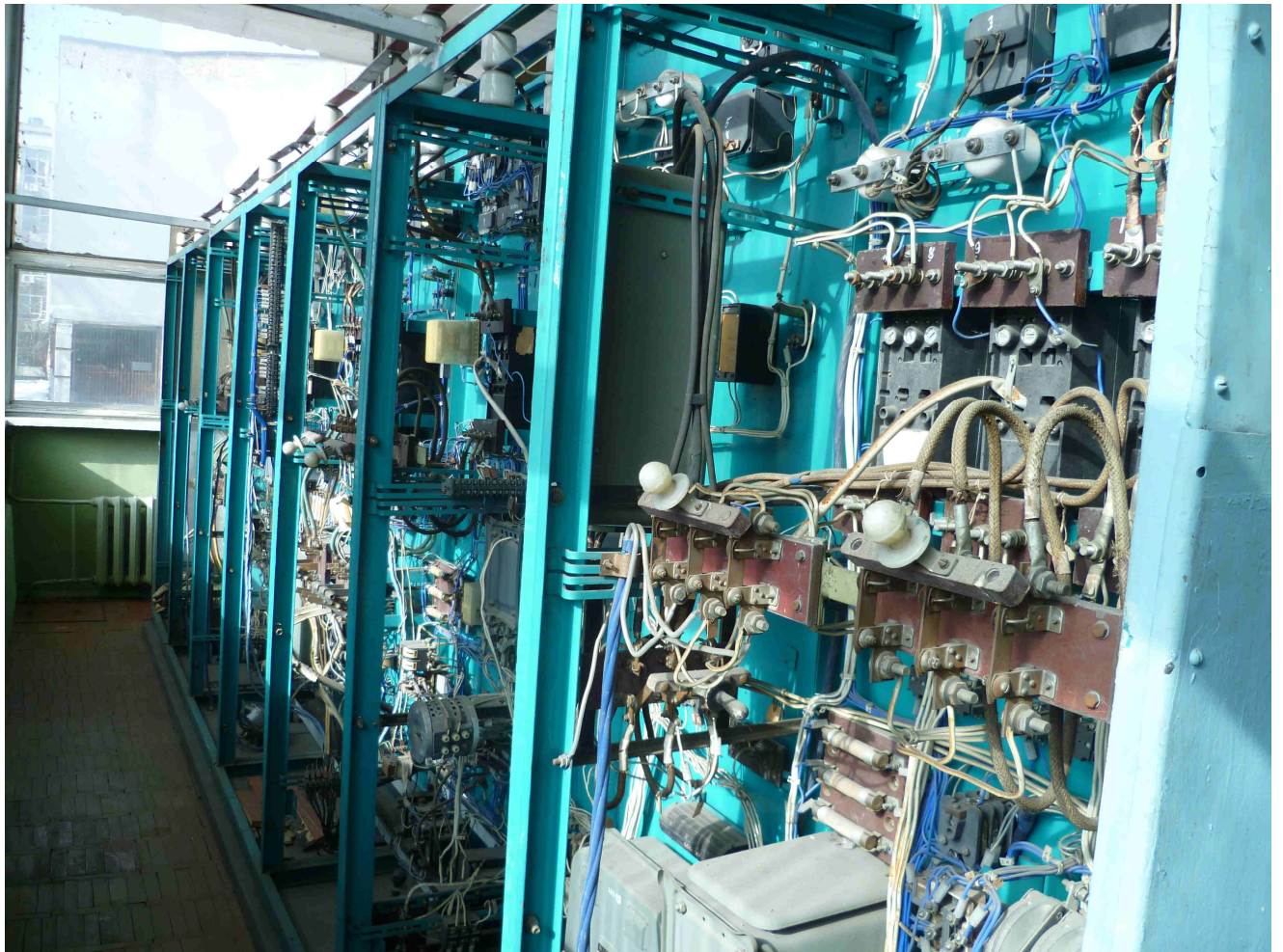


Рис.5. Зовнішній вигляд ланцюгів живлення, сигналізації та керування щитом 1ЩУ

У ланцюгу синхронних генераторів додатково передбачається контактор, що виконує функцію неавтоматичного короткозамикача (аналогічно в ланцюгу двигунів (Д3, Д4), мотор-генераторів, синхронних генераторів), автотрансформатор, потенціал-регулятор і вимірювальні комплекти.

Якщо включення додаткових елементів не передбачається, то відповідні рознімання повинні бути зашунтовані відповідними рубильниками, установленими з тильної сторони панелі (деякі з них керуються за допомогою важелів, які змонтовані на лицьовій стороні панелі).

Крім головних автоматів, на відповідних панелях установлені допоміжні автомати і перемикачі в ланцюгах сигналізації положення головних автоматів і



контакторів. Якщо котушки керування контакторів виконані для постійного струму, то у відповідних ланцюгах передбачаються малопотужні двохпівперіодні мостові перетворювачі.



Рис.6. Зовнішній вигляд ланцюгів живлення, сигналізації та керування щитом 2ЩУ

Контрольно-вимірювальні прилади ланцюгів встановлюються у верхній частині відповідної панелі. Загальнощитові прилади встановлені на панелях 4 і 11. Керування частотою обертання і потужністю двигунів постійного струму і системи збудження синхронних генераторів виведені на лицьову сторону відповідних панелей 1, 2, 5 1ЩУ і 2ЩУ (панелі 8, 9, 12).

На панелях нанесена мнемонічна схема щита з позначенням апаратів і приладів, змонтованих на лицьовій стороні і за панелями (див. рисунок на панелі).

У позначенні комутаційних апаратів і приладів керування і сигналізації перша цифра після літерних позначень указує номер панелі, друга — черговість даного елемента ліворуч праворуч і зверху вниз.

Деякі допоміжні автомати і прилади є резервними і не приєднані (при потребі можуть бути використані).

До кожної панелі додається специфікація. Призначення автоматів, кнопок, сигнальних ламп, перемикачів і контрольно-вимірювальних приладів зазначені в цих специфікаціях до панелей (деякі панелі однотипні): 3(6), 2(5)).

## **Лабораторні меблі**

**Аудиторні столи – 12 шт.**

**Шафа – 1шт.**

**Стільці – 25 шт.**

**Дошка – 1 шт.**





# СХЕМА

електропостачання лабораторії перехідних електромеханічних процесів

