

Міністерство освіти і науки України

Сумський державний університет

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Завідувач кафедри

_____ І. Л. Лебединський

«__» _____ 2020 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: «Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями»

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав: студент гр. ЕТмдн-91Юк _____ Ю.О. Воротинцев

Керівник: к.т.н., доцент _____ П. О. Василега

Консультанти:

з економічної частини: к.е.н., доцент _____ О.М. Маценко

з питань охорони праці й безпеки в

надзвичайних ситуаціях: к.т.н., доцент _____ П.О. Василега

Нормоконтроль _____ М.А. Никифоров

Суми-2020

Сумський державний університет

Факультет: Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

електроенергетики

_____ І.Л. Лебединський

“ ____ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу

Воротинцеву Юрію Олександровичу

1 Тема роботи: «Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями»

затверджена наказом по університету № _____ від _____

2 Термін здачі студентом закінченої роботи: 08.12.2020 р.

3 Вихідні дані до роботи: креслення об'єкту дослідження, параметри електричних мереж та обладнання

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити):

Вступ.

1. Розрахункова частина.

2. Науково-дослідна частина.

3. Охорона праці.

4. Економічна частина.

Висновки.

Додатки

Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу: схема пуску асинхронного двигуна в середовищі Simulink.

6. Консультанти:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розрахункова частина	14.10.2020 по 30.10.2020	
2.	Науково-дослідна частина	30.10.2020 по 06.11.2020	
3.	Економічна частина	06.11.2020 по 20.11.2020	
4.	Охорона праці	20.11.2020 по 30.11.2020	
5.	Графічна частина	14.10.2020 по 30.11.2020	

Магістрант _____ Ю.О. Воротинцев
(підпис)

Керівник роботи:

к.т.н., доцент _____ П.О. Василега
(підпис)

Реферат

71 сторінка, 17 таблиць, 9 рисунків, 9 додатків, 11 джерел, 1 мультимедійна презентація

Бібліографічний опис: Воротинцев Ю.О. Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями

[Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Ю.О. Воротинцев; наук. керівник П.О. Василега. - Суми: СумДУ, 2020. - 69 с.

Ключові слова:

майстерня, верстат, електрозварювальний апарат, двигун, електроплита; мастерская, станок, электросварочный аппарат, двигатель, электроплита; workshop, machine, electric welding machine, engine, electric stove.

Короткий огляд – Проведено розрахунок електропостачання навчально-виробничих майстерень Державного навчального закладу «Южноукраїнський професійний ліцей». Розраховані і обрані силові кабелі мережі внутрішнього розподілу електричної енергії, автоматичні вимикачі, змодельовано пуск асинхронного двигуна, досліджено вплив якості напруги на пускові струми в обмотках, зроблено економічні розрахунки. Розрахунки проводились з допомогою програм: Microsoft Office Excel. Креслення за допомогою Splan 70. Моделювання виконувалось в програмному середовищі Matlab Simulink. В якості джерел світла вибрані світлодіодні лампи.

Вирішено питання техніки безпеки, проектування виробничого середовища, охорони праці, промислової санітарії, пожежної безпеки.

Перелік умовних скорочень

ДЖ– джерело живлення

ЕП– електроприймач

ПБЕЕ – правила безпечної експлуатації електроустановок

ПУЕ – Правила улаштування електроустановок

РЕН – розрахункове електричне навантаження

ЦЕН – центр електричних навантажень

СЕП – система електропостачання

ШР – силова розподільна шафа

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1 Розрахункова частина.....	8
1.1. Коротка характеристика навчального закладу ДНЗ «ЮПЛ».....	8
1.2. Визначення розрахункових електричних навантажень корпусу навчально-виробничих майстерень	8
1.2.1.Визначення розрахункових електричних навантажень системи освітлення	8
1.2.2.Визначення розрахункових електричних навантажень силової мережі.....	12
1.2.3.Визначення центру електричних навантажень.....	29
1.3. Визначення розрахункових струмів живлення і захисних автоматичних вимикачів.....	45
Розділ 2 Науково-дослідна частина.....	47
2.1 Характеристика об'єкту моделювання.....	47
2.2 Моделювання пуску двигуна.....	47
2.3 Вплив якості електроенергії на роботу електродвигуна.....	53
Розділ 3 Охорона праці	56
Розділ 4 Економічна частина.....	59
Висновок.....	61
Додаток 1: протокол вимірів добового активного навантаження.....	62
Додаток 2: графіки навантажень.....	63
Додаток 3: центри активного навантаження майстерень 1 поверху.....	64
Додаток 4: центри реактивного навантаження майстерень 1 поверху	65
Додаток 5: зона розсіювання ЦЕН майстерень 1 поверху	66
Додаток 6: центри активного навантаження майстерень 2 поверху.....	67
Додаток 7: центри реактивного навантаження майстерень 2 поверху	68
Додаток 8: зона розсіювання ЦЕН майстерень 2 поверху	69
Додаток 6: фактори, які визначають цінову політику підприємства	70
Список використаної літератури.....	71

					МР3.8.141.026 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Воротинцев</i>					<i>Р</i>	<i>6</i>	<i>70</i>
<i>Провер.</i>	<i>Василега</i>					ЕТ.мдн.91Юк		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Лебединський</i>							

Вступ

Державний навчальний заклад Южноукраїнський професійний ліцей, що знаходиться в місті Южноукраїнськ було відкрито у 1987 році. Від часу відкриття навчального закладу кілька разів змінювалися професії, переобладнувалися навчально-виробничі майстерні але при цьому не було здійснено розрахунків електроспоживання. Навчальний заклад здійснює підготовку з професій «Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування», «Електрозварник ручного зварювання», «Електрозварник на автоматичних і напівавтоматичних машинах», «Кухар», «Продавець продовольчих товарів», «Продавець не продовольчих товарів», «Слюсар з ремонту колісних транспортних засобів». Для професійно-практичної підготовки в навчальному закладі є окремий двоповерховий корпус з навчально-виробничими майстернями, обладнаних відповідно до вимог відповідного державного стандарту. Електрична мережа майстерень, які закладалися в 1987 році, на сьогоднішній день не є актуальними так як було змінено обладнання, види світильників, перепрофільовані майстерні, тому основною метою моєї роботи є розрахунок електроспоживання навчально-виробничих майстерень із діючим на даний момент обладнанням.

					МРЗ.8.141.026 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Воротинцев</i>				<i>Р</i>	<i>7</i>	<i>70</i>
<i>Провер.</i>		<i>Василега</i>				ЕТ.мдн.91Юк		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

Розділ 1 Розрахункова частина

1.1. Коротка характеристика навчально виробничого процесу в ДНЗ «ЮПЛ»

Навчально-виробничий процес починається о восьмій ранку і закінчується 17.00. В кожній майстерні учні набувають практичних навичок з обраної професії з використанням відповідного обладнання.

1.2 Визначення розрахункових електричних навантажень навчально виробничих майстерень.

Значення електричних навантажень необхідні для вибору і перевірки перерізу провідників на пропускну здатність а також розрахунку втрати відхилень напруги.

При проектуванні зазвичай визначають:

- Середнє і максимальне за зміну активне навантаження, середньорічне активне навантаження для визначення втрат в мережі;
- Розрахункове активне і реактивне навантаження для розрахунку мереж за умовами допустимого нагріву елементів;
- Максимальний пусковий і піковий струм для визначення струмів спрацювання апаратів захисту.

Навантаження лінії живлення навчально-виробничих майстерні складається з навантаження струмоприймачів виробничих майстерень і системи освітлення.

1.2.1 Визначення розрахункових електричних навантажень системи освітлення.

Відповідно до проектної документації у навчально виробничих майстернях розташовано 7 майстерень.

					<i>MP3.8.141.026 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Воротинцев</i>			<i>Проективання та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями</i>	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Василега</i>				<i>Р</i>	<i>8</i>	<i>70</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров</i>				<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

На 1-му поверсі:

- деревообробна майстерня площею – 147,3м²;
- майстерня електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах площею – 75,0м²;
- майстерня електрозварників ручного зварювання площею – 278,4м²;
- майстерня слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів площею – 248,6м²;

Висота майстерень на 1-му поверсі - 3,9 м.

На 2 поверсі:

- слюсарна майстерня площею – 180,2м²
- майстерня кухарів площею – 131,9м²
- електромонтажна майстерня – 170,9м²

Висота майстерень на 2-му поверсі – 3,9м

Оскільки технологічне обладнання має місце висвітлення робочої зони то можна скористатися спрощеним методом розрахунку потужності — «Методом коефіцієнт використання світлового потоку».

Обираємо лінійні світильники FeronAL5020 з характеристиками:

- потужність 52 Вт;
- робоча напруга 185 - 265 В;
- світловий потік 4100 лм;
- коефіцієнт потужності 0,92
- температура світло 4000 К

Згідно ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і санітарних норм, рівень штучного освітлення в навчально-виробничих майстернях повинен бути не менше 300лк, що відповідає ІІІб розряду зорової роботи.

Для проведення розрахунків використаємо формулу:

$$\Phi_p = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (1.1)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

9

де E – нормативне значення освітленості (лк), S – площа приміщення (m^2), Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (для ЛЕД ламп беремо 1,0), N – кількість світильників (шт), k – коефіцієнт запасу (приймаємо 1,5), η – коефіцієнт використання світлового потоку (визначаємо з таблиці).

Розрахуємо кількість світильників для 1 поверху (ШР1)

З (1,1) для деревообробної майстерні отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{дм}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 147,3 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 92063 \text{лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_n = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для деревообробної майстерні знайдемо кількість світильників:

$$N_{\text{дм}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{дм}}}{\Phi_1} = \frac{116289}{4100} = 22,4 \approx 22 \text{ шт.}$$

З (1,1) для майстерні електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{езанм}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 75 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,58} = 58190 \text{лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_n = 0,92 \cdot 0,63 = 0,58$$

Для майстерні електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах знайдемо кількість світильників:

$$N_{\text{езанм}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{езанм}}}{\Phi_1} = \frac{58190}{4100} = 14,19 \approx 14 \text{ шт.}$$

З (1,1) для майстерні електрозварників ручного зварювання отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{мерз}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 278,4 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 174000 \text{ лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_n = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для майстерні електрозварників ручного зварювання знайдемо кількість світильників:

$$N_{\text{мерз}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{мерз}}}{\Phi_1} = \frac{174000}{4100} = 42,43 \approx 42 \text{ шт.}$$

З (1,1) для майстерні слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів отримаємо:

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

$$\Phi_p \cdot N_{\text{мсктз}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 248,6 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 155375 \text{ лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_{\text{п}} = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для майстерні слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів знайдемо кількість світильників:

$$N_{\text{мсктз}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{мм}}}{\Phi_1} = \frac{155375}{4100} = 37,89 \approx 38 \text{ шт.}$$

Розрахуємо кількість світильників для 2 поверху (ШР2)

З (1,1) для слюсарної майстерні отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{см1}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 180,2 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 112625 \text{ лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_{\text{п}} = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для слюсарної майстерні знайдемо кількість світильників:

$$N_{\text{см1}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{см1}}}{\Phi_1} = \frac{76688}{4100} = 27,47 \approx 27 \text{ шт}$$

З (1,1) для майстерні кухарів отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{мк}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 131,1 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 81938 \text{ лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_{\text{п}} = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для майстерні кухарів кількість світильників:

$$N_{\text{мк}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{мк}}}{\Phi_1} = \frac{81938}{4100} = 19,98 \approx 20 \text{ шт}$$

З (1,1) для електромонтажної майстерні отримаємо:

$$\Phi_p \cdot N_{\text{ем1}} = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot k}{\eta} = \frac{300 \cdot 170,9 \cdot 1 \cdot 1,5}{0,72} = 106813 \text{ лм};$$

$$\text{де } \eta = \eta_c \cdot \eta_{\text{п}} = 0,92 \cdot 0,78 = 0,72$$

Для електромонтажної майстерні кількість світильників:

$$N_{\text{ем1}} = \frac{\Phi_p \cdot N_{\text{ем1}}}{\Phi_1} = \frac{106813}{4100} = 26,05 \approx 26 \text{ шт}$$

Таблиця 1.1– Розрахункові величини штучного освітлення навчально-виробничих майстерень

№	Назва майстерні	Необхідний світловий потік (лм)	Необхідна кількість ламп
1	Деревообробна	92063	22
2	Електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах	58190	14
3	Електрозварників ручного зварювання	174000	42
4	Слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів №1	155375	38
	Всього по 1 поверху		116
6	Слюсарна	112625	27
8	Кухарів	81938	20
10	Електромонтажна	106813	26
	Всього по 2 поверху		73

Розрахуємо потужність освітлення за формулою (1.2)

$$P_0 = N_{\text{ШР}} \cdot P_1$$

За (1.2) для ШР1:

$$P_{01} = 116 \cdot 52 = 6,032 \text{ (кВт)}$$

За (1.2) для ШР2:

$$P_{02} = 73 \cdot 52 = 3,796 \text{ (кВт)}$$

Всього по корпусу навчально-виробничих майстерень:

$$P_0 = P_{01} + P_{02} = 6,032 + 3,796 = 9,828 \text{ (кВт)}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

МРЗ.8.141.026 ПЗ

Лист

12

1.2.2. Визначимо розрахункове електричне навантаження (РЕН) вузлів силової мережі навчально-виробничих майстерень – кожен поверх живиться від своєї силової розподільної шафи (ШР1 і ШР2).

Для проведення розрахунків визначимо перелік струмоприймачів та їх технічні характеристики.

Крім того, важливим є режим роботи струмоприймача:

- тривалий;
- короткочасний;
- повторно-короткочасний.

У першому випадку машина або апарат може працювати тривалий час без перевищення температури окремих частин вище припустимої. У другому випадку - перерва у роботі дозволяє апарату або машині знизити свою температуру до рівня температури навколишнього середовища. У третьому - короткочасні робочі періоди чергуються з короткочасними перервами, причому температура окремих частин машини або апарата не вийде за межі допустимої.

Технічні характеристики силових приймачів 1 поверху (ШР1) корпусу навчально-виробничих майстерень зазначені у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики силових приймачів 1 поверху (ШР1) корпусу навчально-виробничих майстерень

№	Назва	Р(кВт)	cos φ	Характер навантаження
Деревообробна майстерня				
1	Рейсмусовий станок СР4-1	6,48	0,5	тривалий
2	Комбінований станок по дереву КСМ-1А	4,2	0,5	тривалий

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

МРЗ.8.141.026 ПЗ

Лист

13

Продовження таблиці 1.2

3	Деревообробний станок ДОС-45у2	0,75	0,5	тривалий
4	Станок заточний шкільний ЭТШ-1	0,37	0,5	тривалий
5	Токарний станок по дереву	0,4	0,5	тривалий
6	Рейсмус	1,0	0,5	тривалий
7	Свердлильний станок	0,27	0,5	Повторно короткочасний
8	Електрорубанок	0,18	0,5	тривалий
9	Витяжка	4	0,85	Тривалий
Майстерня Електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах				
10	Зварювальний апарат Fronius TransTig1750 Plus	2,9	0,4	Повторно короткочасний
11	Зварювальний апарат Fronius TransTig1750 Plus	2,9	0,4	Повторно короткочасний
12	Зварювальний апарат Fronius TransTig1750 Plus	2,9	0,4	Повторно короткочасний
13	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	6	0,4	Повторно короткочасний
14	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	6	0,4	Повторно короткочасний
15	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	6	0,4	Повторно короткочасний

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

14

Продовження таблиці 1.2

16	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	6	0,4	Повторно короткочасний
17	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	6	0,4	Повторно короткочасний
18	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	3,7	0,4	Повторно короткочасний
19	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	3,7	0,4	Повторно короткочасний
20	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	3,7	0,4	Повторно короткочасний
21	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	3,7	0,4	Повторно короткочасний
22	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	3,7	0,4	Повторно короткочасний
23	Зварювальний апарат Fronius MagicWave	3,55	0,4	Повторно короткочасний
24	Зварювальний апарат Fronius MagicWave	3,55	0,4	Повторно короткочасний
25	Плазмовий різак Hypertherm Powermax30	3,1	0.85	Повторно короткочасний
	Витяжка	4	0,8	Тривалий
Майстерня Електрозварників ручного зварювання				
26	ВДМ-1201	76,8	0,4	тривалий
27	ВДУ 506	23,4	0,4	тривалий
28	Станок точильно- шліфувальний	3	0,5	тривалий

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

15

Продовження таблиці 1.2

29	Станок для розрізання арматурної сталі	7	0,5	Повторно короткочасний
30	Станок привідний для гнуття арматури	2,8	0,5	Повторно короткочасний
31	Витяжка	18	0,8	Тривалий
Майстерня Слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів				
32	Гідравлічний підйомник	2.2	0,85	Повторно короткочасний

Технічні характеристики силових приймачів 2 поверху (ШР2) корпусу навчально-виробничих майстерень зазначені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики силових приймачів 2 поверху (ШР2) корпусу навчально-виробничих майстерень

№	Назва	P(кВт)	cos φ	Характер навантаження
Слюсарна майстерня				
1	Прес-ножиці комбіновані	2,2	0,5	Повторно короткочасний
2	Станок точильно-шліфувальний	4	0,5	тривалий
3	Точило наждачне	0,27	0,5	тривалий
4	Станок токарно-гвинторізний	1,5	0,5	тривалий
5	Станок токарно-гвинторізний	9	0,5	тривалий
6	Станок ножівочний відрізний	1,6	0,5	Повторно короткочасний
7	Станок фрезерний	1,5	0,5	тривалий

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

16

Продовження таблиці 1.3

8	Станок вертикально-свердильний	2,2	0,5	Повторно короткочасний
9	Електроточило	0,21	0,5	тривалий
Електромонтажна майстерня				
10	Стенд випробувальний	5	0,5	тривалий
11	Стенд випробувальний	2	0,5	тривалий
12	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
13	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
14	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
15	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
16	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
17	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
18	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
19	Двигун електричний	0,55	0,8	тривалий
Майстерня кухарів				
	Витяжка	4	0,8	тривалий
	Електроплита	7,7	1	тривалий
	Електроплита	7,7	1	тривалий
	Електроплита	7,7	1	тривалий
	Електроплита	7,7	1	тривалий
	Електроплита	2,2	1	тривалий
	Кухонний комбайн	1,1	0,5	тривалий
	Тістозамішувач	1,5	0,5	тривалий

Розраховуємо загальну потужність кожної групи споживачів 1 поверху (ШР1) за формулою (1.3) використовуючи дані з таблиці 1.2

$$P_H = \sum_{1}^n P_{Hi} \quad (1.3)$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

За (1.3) ШР1

Витяжка $- 2 \cdot 4 + 1 \cdot 18 = 26$ кВт

Верстати

Свердлильні верстати $- 1 \cdot 0,27 = 0,27$ кВт

Рейсмусові станки $- 1 \cdot 6,48 + 1 \cdot 1,0 = 7,48$ кВт

Комбінований станок по дереву КСМ-1А $- 1 \cdot 4,2 = 4,2$ кВт

Деревообробний станок ДОС-45у2 $- 1 \cdot 0,75 = 0,75$ кВт

Станок заточний шкільний ЭТШ-1 $- 1 \cdot 0,37 = 0,37$ кВт

Токарний станок по дереву $- 1 \cdot 0,4 = 0,4$ кВт

Електрорубанок $- 1 \cdot 0,18 = 0,18$ кВт

Станок точильно-шліфувальний $- 1 \cdot 3 = 3$ кВт

Станок для розрізання арматурної сталі $- 1 \cdot 7 = 7$ кВт

Станок привідний для гнуття арматури $- 1 \cdot 2,8 = 2,8$ кВт

Всього по верстатах $- 26,45$ кВт

Зварювальні апарати

Зварювальний апарат Fronius TransTig1750 Plus $- 3 \cdot 2,9 = 8,7$ кВт

Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700 $- 5 \cdot 6 = 30$ кВт

Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200 $- 5 \cdot 3,7 = 18,5$ кВт

Зварювальний апарат Fronius MagicWave $- 2 \cdot 3,55 = 7,1$ кВт

Зварювальний апарат ВДМ-1201 $- 1 \cdot 76,8 = 76,8$ кВт

Зварювальний апарат ВДУ 506 $- 1 \cdot 23,4 = 23,4$ кВт

Всього по зварювальним апаратам $- 164,5$ кВт

Плазмовий різак Hypertherm Powermax30 $- 1 \cdot 3,1 = 3,1$ кВт

Гідравлічний підйомник $- 1 \cdot 2,2 = 2,2$ кВт

Усього по ШР1 $26 + 26,45 + 164,5 + 3,1 + 2,2 = 222,25$ кВт

Розраховуємо загальну потужність кожної групи споживачів 2 поверху (ШР2) за формулою (1.3) використовуючи дані з таблиці 1.3

За (1.3) ШР2

Верстати

Прес-ножиці комбіновані	$- 1 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ кВт}$
Станок точильно-шліфувальний	$- 1 \cdot 4 = 4 \text{ кВт}$
Точило наждачне	$- 1 \cdot 0,27 = 0,27 \text{ кВт}$
Станок токарно-гвинторізний	$- 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кВт}$
Станок токарно-гвинторізний	$- 1 \cdot 9 = 9 \text{ кВт}$
Станок ножівочний відрізний	$- 1 \cdot 1,6 = 1,6 \text{ кВт}$
Станок фрезерний	$- 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кВт}$
Станок вертикально-свердлильний	$- 1 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ кВт}$
Електроточило	$- 1 \cdot 0,21 = 0,21 \text{ кВт}$
Всього по верстатах	$- 22,48 \text{ кВт}$
Стенди	
Стенд випробувальний	$- 1 \cdot 5 = 5 \text{ кВт}$
Стенд випробувальний	$- 1 \cdot 2 = 2 \text{ кВт}$
Всього по стендах	$- 7 \text{ кВт}$
Двигун електричний	$- 8 \cdot 0,55 = 4,4 \text{ кВт}$
Витяжка	$- 1 \cdot 4 = 4 \text{ кВт}$
Електроплита	$- 4 \cdot 7,7 + 1 \cdot 2,2 = 33 \text{ кВт}$
Кухонний комбайн	$- 1 \cdot 1,1 = 1,1 \text{ кВт}$
Тістозамішувач	$- 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кВт}$
Усього по ШР2	$22,48 + 7 + 4,4 + 4 + 33 + 1,1 + 1,5 = 73,48 \text{ кВт}$
Всього по навчально-виробничим майстерням:	$222,25 + 73,48 = 295,73 \text{ (кВт)}$
Виберемо коефіцієнт використання для кожної групи споживачів ШР1	
Витяжка	0,8

Верстати	0,14
Зварювальні апарати	0,2
Плазмовий різак	0,7
Гідравлічний підйомник	0,7

За формулою (1.4) знаходимо коефіцієнти використання:

$$K_B = \frac{\sum_1^n k_B p_H}{\sum_1^n p_H} \quad (1.4)$$

$$K_B = \frac{0,8 \cdot 26 + 0,14 \cdot 26,45 + 0,2 \cdot 164,5 + 0,7 \cdot 3,1 + 0,7 \cdot 2,2}{222,25} = 0,27$$

Виберемо коефіцієнт використання для кожної групи споживачів ШР2

Витяжка	0,8
Верстати	0,14
Стенди випробувальні	0,6
Двигуни	0,6
Електроплита	0,8
Кухонний комбайн	0,6
Тістозамішувач	0,2

За формулою (1.4) знаходимо коефіцієнти використання:

$$K_B = \frac{0,8 \cdot 4 + 0,14 \cdot 22,48 + 0,6 \cdot 4,4 + 0,6 \cdot 7 + 0,8 \cdot 33 + 0,6 \cdot 1,1 + 0,2 \cdot 1,5}{73,48} = 0,55$$

Усього по навчально-виробничим майстернях

$$K_B = \frac{222,25 \cdot 0,27 + 73,48 \cdot 0,55}{295,73} = 0,34$$

Для коефіцієнтів потужності $\cos \varphi$ розраховуємо $\operatorname{tg} \varphi$ за формулою (1.5) і занесемо до таблиці 1.4

$$\operatorname{tg} \varphi = \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \varphi}{\cos^2 \varphi}} \quad (1.5)$$

Таблиця 1.4 – Значення $\cos \varphi$ та $\operatorname{tg} \varphi$ для груп споживачів

Назва групи споживачів	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$
ШР1		
Верстати	0,5	1,73
Витяжка	0,8	0,75
Зварювальні апарати	0,4	2,29
Плазмовий різак	0,85	0,62
Гідравлічний підйомник	0,85	0,62
ШР2		
Витяжка	0,8	0,75
Верстати	0,5	1,73
Стенди випробувальні	0,5	1,73
Двигуни	0,8	0,75
Електроплити	1	0
Кухонний комбайн	0,5	1,73
Тістозмішувач	0,5	1,73

Розраховуємо активні потужності, що використовують ($K_{вpн}$):

ШР1

Витяжка

$$K_{вpн} = 0,8 \cdot 26 = 20,8 \text{ кВт}$$

Верстати

$$K_{вpн} = 0,14 \cdot 26,45 = 3,7 \text{ кВт}$$

Зварювальні апарати

$$K_{вpн} = 0,2 \cdot 164,5 = 32,9 \text{ кВт}$$

Плазмовий різак

$$K_{вpн} = 0,7 \cdot 3,1 = 2,17 \text{ кВт}$$

Гідравлічний підйомник

$$K_{вpн} = 0,7 \cdot 2,2 = 1,54 \text{ кВт}$$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

21

Всього ШР1:

$$20,8 + 3,14 + 32,9 + 2,17 + 1,54 = 61,11 \text{ кВт}$$

ШР2

Витяжка

$$K_{вp_{н}} = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ кВт}$$

Верстати

$$K_{вp_{н}} = 0,14 \cdot 22,48 = 3,15 \text{ кВт}$$

Стенди

$$K_{вp_{н}} = 0,6 \cdot 7 = 4,2 \text{ кВт}$$

Двигуни

$$K_{вp_{н}} = 0,6 \cdot 4,4 = 2,64 \text{ кВт}$$

Електроплити

$$K_{вp_{н}} = 0,8 \cdot 33 = 26,4 \text{ кВт}$$

Кухонний комбайн

$$K_{вp_{н}} = 0,6 \cdot 1,1 = 0,66 \text{ кВт}$$

Тісто змішувач

$$K_{вp_{н}} = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ кВт}$$

Всього ШР2:

$$3,2 + 3,7 + 4,2 + 2,64 + 26,4 + 0,66 + 0,3 = 41,65 \text{ кВт}$$

Всього по навчально-виробничим майстерням: $60,55 + 41,65 =$

102,2 кВт

Розраховуємо реактивні потужності, що використовують ($K_{вp_{н}} \text{ tg } \varphi$):

ШР1

Витяжка

$$K_{вp_{н}} \text{ tg } \varphi = 20,8 \cdot 0,75 = 15,6 \text{ кВАр}$$

Верстати

$$K_{вp_{н}} \text{ tg } \varphi = 3,7 \cdot 1,73 = 6,4 \text{ кВАр}$$

Зварювальні апарати

$$K_{вp_{н}} \text{ tg } \varphi = 32,9 \cdot 2,29 = 75,341 \text{ кВАр}$$

Плазмовий різак

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 2,17 \cdot 0,62 = 1,35 \text{ кВАр}$$

Гідравлічний підйомник

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 1,54 \cdot 0,62 = 0,95 \text{ кВАр}$$

Всього ШР1:

$$15,6 + 5,43 + 75,341 + 1,35 + 0,95 = 99,641 \text{ кВАр}$$

ШР2

Витяжка

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 3,2 \cdot 0,75 = 2,4 \text{ кВАр}$$

Верстати

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 3,14 \cdot 1,73 = 5,43 \text{ кВАр}$$

Стенди

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 4,2 \cdot 1,73 = 7,27 \text{ кВАр}$$

Двигуни

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 2,64 \cdot 0,75 = 1,98 \text{ кВАр}$$

Електроплити

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 26,4 \cdot 0 = 0 \text{ кВАр}$$

Кухонний комбайн

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 0,66 \cdot 1,73 = 1,14 \text{ кВАр}$$

Тістозмішувач

$$K_{\text{в}} p_{\text{н}} \operatorname{tg} \varphi = 0,3 \cdot 1,73 = 0,52 \text{ кВАр}$$

Всього ШР2:

$$2,4 + 6,4 + 7,27 + 1,98 + 0 + 1,14 + 0,52 = 18,74 \text{ кВАр}$$

Всього по навчально-виробничим майстерням: $99,641 + 18,74 =$

118,38 кВАр

Розрахуємо коефіцієнт потужності використовуючи формули (1.6) та (1.7)

$$\operatorname{tg} \varphi_{\Sigma} = \frac{\sum_1^n K_{\text{в}} p_{\text{н}} \tan \varphi}{\sum_1^n K_{\text{в}} p_{\text{н}}} \quad (1.6)$$

					МР3.8.141.026 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

$$n_e = \frac{73,48^2}{1 \cdot 2,2^2 + 1 \cdot 4^2 + 1 \cdot 0,27^2 + 1 \cdot 1,5^2 + 1 \cdot 9^2 + 1 \cdot 1,6^2 + 1 \cdot 1,5^2 + 1 \cdot 2,2^2 + 1 \cdot 0,21^2 + 1 \cdot 5^2 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 7^2 + 1 \cdot 4,4^2 + 1 \cdot 4^2 + 1 \cdot 33^2 + 1 \cdot 1,1^2 + 1 \cdot 1,5^2}$$

$$= \frac{5399,3104}{1319,677} = 4,09 \approx 4 \text{ (шт)}$$

З (1.8) для навчально-виробничих майстерень:

$$n_e = \frac{295,73^2}{7062,5701 + 1319,677} = \frac{87456,2329}{8382,2471} = 10,43 \approx 10 \text{ (шт)}$$

Знаходимо коефіцієнти розрахункового навантаження за довідковими таблицями:

Усього по ШР1: для $n_e = 7$ і $k_B = 0,27$ маємо $K_p = 0,95$.

Усього по ШР2: для $n_e = 4$ і $k_B = 0,55$ маємо $K_p = 1$.

Усього по навчально-виробничим майстерням:

для $n_e = 10$ і $k_B = 0,34$ маємо $K_p = 0,85$.

Знаходимо розрахункову активну потужність за формулою (1.9)

$$P_{p_i} = K_p \sum_1^n K_B \cdot P_H \quad (1.9)$$

Усього по ШР1:

$$P_{p_1} = 61,11 \cdot 0,95 = 58,05 \text{ кВт}$$

Усього по ШР2:

$$P_{p_2} = 41,65 \cdot 1 = 41,65 \text{ кВт}$$

Усього по навчально-виробничим майстерням:

$$\sum P_p = P_{pc} + P_{po} = 99,7 \cdot 0,85 + 9,828 = 94,57 \text{ (кВт)}$$

Знаходимо розрахункову реактивну потужність.

Оскільки в нашому випадку $n_e < 10$, то використовуємо формулу (1.10).

$$Q_p = 1,1 \sum_1^n K_{Bi} \cdot P_{Hi} \cdot \text{tg } \varphi_i \quad (1.10)$$

За (1.10) по ШР1:

$$Q_p = 1,1 \cdot 99,641 = 109,6 \text{ (кВАр)}$$

За (1.10) по ШР2:

$$Q_p = 1,1 \cdot 18,74 = 20,61 \text{ (кВАр)}$$

Усього по корпусу навчально-виробничих майстерень:

Враховуючи навантаження силові і мережі освітлення знаходимо:

$$\sum Q_p = Q_{psc} + Q_{po} = 1,1 \cdot 118,38 + 0 = 130,22 \text{ (кВАр)}$$

Визначаємо розрахункову повну потужність за формулою (1.11):

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.11)$$

За (1.11) всього по ШР1:

$$S_p = \sqrt{58,05^2 + 109,6^2} = 124,02 \text{ (кВА)}$$

За (1.11) всього по ШР2:

$$S_p = \sqrt{41,65^2 + 20,61^2} = 46,47 \text{ (кВА)}$$

За (1.11) всього по навчально-виробничим майстерням:

$$S_p = \sqrt{94,57^2 + 130,22^2} = 160,1 \text{ (кВА)}$$

Визначаємо розрахунковий струм за формулою (1.12):

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H} \quad (1.12)$$

За (1.12) всього по ШР1:

$$I_p = \frac{124,02 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 188,43 \text{ А}$$

За (1.12) всього по ШР2:

$$I_p = \frac{46,47 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 70,6 \text{ А}$$

За (1.12) всього по корпусу навчально-виробничих майстерень:

$$I_p = \frac{160,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 243,24 \text{ А}$$

Для зручності заносимо всі розраховані дані до таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Розрахункове електричне навантаження (РЕН) вузлів силової мережі навчально-виробничих майстерень

Найменування вузла, номер ЕП	Найменування ЕП	Кількість ЕП, n	Номінальна потужність, кВт		К-т використання K_B	Коефіцієнти потужності		$K_B P_n$	$K_n P_n tg \varphi$	Ефективна кількість ЕС, n_e	К-т розрахункового навантаження, K_p	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм, А
			одного ЕП, P_n	загальна, P_n		ϕ_{cos}	ϕ_{tg}					активна, кВт	реактивна, кВАр	повна, кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ШР1	Витяжка	2	4	8	0,8	0,8	0,75	20,8	15,6						
	Витяжка	1	18	18											
	Всього по витяжкам			26											
	Верстати:														
	Свердлильні верстати	1	0,27	0,27											
	Рейсмусовий станок	1	6,48	6,48											
	Рейсмусовий станок	1	1	1											
	Комбінований станок по дереву	1	4,2	4,2											
	Деревообробний станок ДОС-45у2	1	0,75	0,75											
	Станок заточний шкільний ЕТШ-1	1	0,37	0,37											
	Токарний станок по дереву	1	0,4	0,4											
	Електрорубанок	1	0,18	0,18											
	Станок точильно-шліфувальний	1	3	3											
	Станок для розрізання арматурної сталі	1	7	7											
	Станок привідний для гнуття арматури		2,8	2,8											
	Всього по верстатах			26,45											
	Зварювальні апарати														
	Зварювальний апарат Fronius TransTig1750	3	2,9	8,7											
	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2700	5	6	30											
	Зварювальний апарат Fronius TransSteel 2200	5	3,7	18,5											
Зварювальний апарат Fronius MagicWave	2	3,55	7,1												
Зварювальний апарат ВДМ-1201	1	76,8	76,8												
				0,14	0,5	1,73	3,7	6,4							

МРЗ.8.141.026 ПЗ

Продовження таблиці 1.5

	Зварювальний апарат ВДУ 506	1	23,4	23,4											
	Всього по зварювальним апаратам			164,5	0,2	0,4	2,29	32,9	75,341						
	Плазмовий різак Hypertherm Powermax30	1	3,1	3,1	0,7	0,85	6,2	2,17	1,35						
	Гідравлічний підйомник	1	2,2	2,2	0,7	0,85	6,2	1,54	0,95						
	Усього по ШР1			225,25	0,27	0,52	1,63	61,11	99,641	7	0,95	58,05	109,6	124,02	188,43
ШР2	Верстати														
	Прес-ножиці комбіновані	1	2,2	2,2											
	Станок точильно-шліфувальний	1	4	4											
	Точило наждачне	1	0,27	0,27											
	Станок токарно-гвинторізний	1	1,5	1,5											
	Станок токарно-гвинторізний	1	9	9											
	Станок ножівочний відрізний	1	1,6	1,6											
	Станок фрезерний	1	1,5	1,5											
	Станок вертикально-свердлильний	1	2,2	2,2											
	Електроточило	1	0,21	0,21											
	Всього по верстатах			22,48	0,14	0,5	1,73	3,15	5,43						
	Стенди														
	Стенд випробувальний	1	5	5											
	Стенд випробувальний	1	2	2											
	Всього по стендах			7	0,6	0,5	1,73	4,2	7,27						
	Двигун електричний	8	4,4	4,4	0,6	0,8	0,75	2,64	1,98						
	Витяжка	1	4	4	0,8	0,8	0,75	3,2	2,4						
	Електроплита	4	7,7	30,8											
	Електроплита	1	2,2	2,2											
	Всього по плитам			33	0,8	1	0	26,4	0						
	Кухонний комбайн	1	1,1	1,1	0,6	0,5	1,73	0,66	1,14						
	Тісто замішувач	1	1,5	1,5	0,2	0,5	1,73	0,3	0,52						
	Усього ШР2			73,48	0,55	0,91	0,45	41,65	18,74	4	1	41,65	20,61	46,47	70,6
	Навантаження від освітлення											9,828	0		
	Усього по майстерням			295,73	0,34	0,65	1,16	102,2	118,38	10	0,85	94,57	130,22	160,1	243,24

МРЗ.8.141.026 ПЗ

1.2.3 Визначення центру електричних навантажень

Користуючись даними таблиці 1.2 складемо таблицю 1.6

Таблиця 1.6 – Склад майстерень 1 поверху (ШР1), встановлена потужність та коефіцієнт попиту

№	Назва майстерні	Встановлена потужність $P_{уст}$ (кВа)	Коефіцієнт попиту $K_{п}$	$\cos \varphi$	Встановлена $S_{уст}$ (кВа)
1	Деревообробна	17,65	0,27	0,5	35
2	Електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах	71,4	0,27	0,4	178
3	Електрозварників ручного зварювання	131	0,27	0,4	327
4	Слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів	2,2	0,27	0,85	2,5

Навчальні майстерні працюють з 8.00 до 17.00 з обідньою перервою, в інший час доби майстерні не використовуються (Додаток 1, Додаток 2).

Таблиця 1.7 – Графіки навантаження майстерень 1 поверху за зміну у %

	1	2	3	4
8-9	40	20	20	10
9-10	50	60	60	20
10-11	60	60	60	20
11-12	50	40	40	10
12-13	0	0	0	0
13-14	60	20	20	10

Продовження таблиці 1.7

14-15	50	60	60	20
15-16	60	60	60	20
16-17	50	40	40	10

Розрахуємо силове активне навантаження кожної окремої майстерні (кВт) керуючись таблицею 1.6:

$$P_{p.c.i} = K_{пi} \cdot P_{уст.i} \quad (1.13)$$

$$P_{p.c.1} = K_{п1} \cdot P_{уст1} = 17,65 \cdot 0,27 = 4,7 \text{ (кВт)};$$

$$P_{p.c.2} = K_{п2} \cdot P_{уст2} = 71,4 \cdot 0,27 = 19,29 \text{ (кВт)};$$

$$P_{p.c.3} = K_{п3} \cdot P_{уст3} = 131 \cdot 0,27 = 35,37 \text{ (кВт)};$$

$$P_{p.c.4} = K_{п4} \cdot P_{уст4} = 2,2 \cdot 0,27 = 0,6 \text{ (кВт)};$$

Розрахуємо повну потужність $S_{p.c.i}$ (кВА) керуючись таблицею 1.6:

$$S_{p.c.i} = \frac{P_{p.c.1}}{\cos \varphi} \quad (1.14)$$

$$S_{p.c.1} = \frac{4,7}{0,5} = 9,4 \text{ кВА}$$

$$S_{p.c.2} = \frac{19,29}{0,4} = 48,23 \text{ кВА}$$

$$S_{p.c.3} = \frac{35,37}{0,4} = 88,43 \text{ кВА}$$

$$S_{p.c.4} = \frac{0,6}{0,85} = 0,71 \text{ кВА}$$

Розрахуємо силове реактивне навантаження $Q_{p.c.i}$ (кВАр)

$$Q_{p.c.i} = S_{p.c.i} \cdot \sin \varphi \quad (1.15)$$

$$Q_{p.c.1} = 9,4 \cdot 0,866 = 8,14 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.c.2} = 48,23 \cdot 0,917 = 44,23 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.c.3} = 88,43 \cdot 0,917 = 81,1 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.c.4} = 0,71 \cdot 0,527 = 0,37 \text{ кВАр}$$

Використовуючи дані таблиці 1.1 розрахуємо активну потужність освітлення навчальних майстерень за формулою (1.16)

$$P_{p,oi} = N_i \cdot P_1 \quad (1.16)$$

де $P_1 = 52$ Вт

$$P_{p,01} = 22 \cdot 52 = 1,144 \text{ кВт}$$

$$P_{p,02} = 14 \cdot 52 = 0,728 \text{ кВт}$$

$$P_{p,03} = 42 \cdot 52 = 2,184 \text{ кВт}$$

$$P_{p,04} = 38 \cdot 52 = 1,976 \text{ кВт}$$

Реактивна потужність обраних світильників $Q_{p,oi} = 0$, тоді повна $S_{p,o}$ (кВА) потужність системи освітлення визначаємо з формули (1.17)

$$S_{p,oi} = \sqrt{P_{p,oi}^2 + Q_{p,oi}^2} \quad (1.17)$$

$$S_{p,01} = \sqrt{1,144^2 + 0^2} = 1,44 \text{ кВА}$$

$$S_{p,02} = \sqrt{0,728^2 + 0^2} = 0,728 \text{ кВА}$$

$$S_{p,03} = \sqrt{2,184^2 + 0^2} = 2,184 \text{ кВА}$$

$$S_{p,04} = \sqrt{1,976^2 + 0^2} = 1,976 \text{ кВА}$$

Розрахуємо загальну активну потужність $P_{p,i}$ (кВт) кожної майстерні за формулою (1.18)

$$P_{p,i} = P_{p,c,i} + P_{p,o,i} \quad (1.18)$$

$$P_{p1} = 4,7 + 1,44 = 6,14 \text{ кВт}$$

$$P_{p2} = 19,29 + 0,728 = 20 \text{ кВт}$$

$$P_{p3} = 35,37 + 2,184 = 37,55 \text{ кВт}$$

$$P_{p4} = 0,6 + 1,976 = 2,58 \text{ кВт}$$

Розрахуємо загальну реактивну потужність $Q_{p,i}$ (кВАр) кожної майстерні за формулою (1.19)

$$Q_{p,i} = Q_{p,c,i} + Q_{p,o,i} \quad (1.19)$$

$$Q_{p,1} = 8,14 + 0 = 8,14 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.2} = 44,23 + 0 = 44,23 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.3} = 81,1 + 0 = 81,1 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.4} = 0,27 + 0 = 0,27 \text{ кВАр}$$

Розрахуємо загальну повну потужність $S_{p.i}$ (кВА) кожної майстерні за формулою (1.20)

$$S_{p.i} = \sqrt{P_{p.i}^2 + Q_{p.i}^2} \quad (1.20)$$

$$S_{p.1} = \sqrt{6,14^2 + 8,14^2} = 10,2 \text{ кВА}$$

$$S_{p.2} = \sqrt{20^2 + 44,23^2} = 48,54 \text{ кВА}$$

$$S_{p.3} = \sqrt{37,55^2 + 81,1^2} = 89,37 \text{ кВА}$$

$$S_{p.4} = \sqrt{2,58^2 + 0,27^2} = 2,59 \text{ кВА}$$

Результати розрахунків представимо у таблиці 1.8

Таблиця 1.8 – Повна, активна та реактивна потужності окремої майстерні

№	Назва майстерні	$S_{p.c.}$	$P_{p.c.}$	$Q_{p.c.}$	$S_{p.o.}$	$P_{p.o.}$	$Q_{p.o.}$	$S_p.$	$P_p.$	$Q_p.$
1	Деревообробна	9,4	4,7	8,14	1,44	1,44	0	10,2	6,14	8,14
2	Електрозварників на автоматичних і напівавтоматичних машинах	48,23	19,29	44,23	0,728	0,728	0	48,54	20	44,23
3	Електрозварників ручного зварювання	88,43	35,37	81,1	2,184	2,184	0	89,37	37,55	81,1
4	Слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів	0,71	0,6	0,37	1,976	1,975	0	2,59	2,58	0,27

Визначимо умовний центр електричних навантажень (ЦЕН).

Розрахуємо радіуси кіл для активного навантаження, взявши масштаб 1м-1кВт

$$R_{ia} = \sqrt{(P_i / \pi)} \quad (1.21)$$

$$R_{1a} = \sqrt{(6,14 / \pi)} = 1,39 \text{ м}$$

$$R_{2a} = \sqrt{(20 / \pi)} = 2,52 \text{ м}$$

$$R_{3a} = \sqrt{(37,55 / \pi)} = 3,46 \text{ м}$$

$$R_{4a} = \sqrt{(2,58 / \pi)} = 0,91 \text{ м}$$

Розрахуємо радіуси кіл для реактивного навантаження

$$R_{ir} = \sqrt{(Q_i / \pi)} \quad (1.22)$$

$$R_{1r} = \sqrt{(8,14 / \pi)} = 1,61 \text{ м}$$

$$R_{2r} = \sqrt{(44,23 / \pi)} = 3,5 \text{ м}$$

$$R_{3r} = \sqrt{(81,1 / \pi)} = 5,08 \text{ м}$$

$$R_{4r} = \sqrt{(0,27 / \pi)} = 0,29 \text{ м}$$

Нанесемо кола на план розміщення майстерень (Додаток 3, Додаток 4).

Знайдемо умовний центр навантаження користуючись таблицею 1.9 та формулами (1.23), (1.24).

Таблиця 1.9 – Координати навчально виробничих майстерень 1 поверху

№	Назва майстерні	X	Y
1	Деревообробна	7,27	7,47
2	Електрозварників на автоматичних та напівавтоматичних машинах	7,27	16,67
3	Електрозварників ручного зварювання	31,45	15,27
4	Слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів	35,06	6,07

$$x_0 = \frac{S_{p1} \cdot x_1 + S_{p2} \cdot x_2 + S_{p3} \cdot x_3 + S_{p4} \cdot x_4}{\sum S_{pi}} \quad (1.23)$$

$$x_0 = \frac{10,2 \cdot 7,27 + 48,54 \cdot 7,27 + 89,37 \cdot 31,45 + 2,59 \cdot 35,06}{150,7} = \frac{3329}{150,7} = 22 \text{ м}$$

$$y_0 = \frac{S_{p1} \cdot y_1 + S_{p2} \cdot y_2 + S_{p3} \cdot y_3 + S_{p4} \cdot y_4}{\sum S_{pi}} \quad (1.24)$$

$$y_0 = \frac{10,2 \cdot 7,47 + 48,54 \cdot 16,67 + 89,37 \cdot 15,27 + 2,59 \cdot 6,07}{150,7} = \frac{2266}{150,7} = 15 \text{ м}$$

Умовний центр електричних навантажень знаходиться за координатами (22;15).

Оскільки навантаження в виробничому корпусі змінюється в часі, то і центр електричних навантажень буде змінювати свої координати протягом доби.

Визначимо ЦЕН у вигляді зони його розсіювання.

Знайдемо погодинне навантаження окремих майстерень в кВт і занесемо до таблиці 1.10

Таблиця 1.10 – Погодинне навантаження майстерень в кВт

	1	2	3	4
8-9	2,46	4	7,51	0,26
9-10	3,07	12	22,53	0,52
10-11	3,68	12	22,53	0,52
11-12	3,07	8	15,02	0,26
12-13	0	0	0	0
13-14	3,68	4	7,51	0,26
14-15	3,07	12	22,53	0,52
15-16	3,68	12	22,53	0,52
16-17	3,07	8	15,02	0,26

Знайдемо координати центру для кожного моменту часу за формулами користуючись таблицею 1.9 і формулами (1.25) та (1.26)

$$x_i = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i} \quad (1.25)$$

$$y_i = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i} \quad (1.26)$$

Результати обчислень заносимо до таблиці (1.12)

$$x_{8-9} = \frac{2,46 \cdot 7,27 + 4 \cdot 7,27 + 7,51 \cdot 31,45 + 0,26 \cdot 35,06}{14,23} = 20,54 \text{ м}$$

$$y_{8-9} = \frac{2,46 \cdot 7,47 + 4 \cdot 16,67 + 7,51 \cdot 15,27 + 0,26 \cdot 6,07}{14,23} = 14,15 \text{ м}$$

$$x_{9-10} = \frac{3,07 \cdot 7,27 + 12 \cdot 7,27 + 22,53 \cdot 31,45 + 0,52 \cdot 35,06}{38,12} = 21,94 \text{ м}$$

$$y_{9-10} = \frac{3,07 \cdot 7,47 + 12 \cdot 16,67 + 22,53 \cdot 15,27 + 0,52 \cdot 6,07}{38,12} = 14,96 \text{ м}$$

$$x_{10-11} = \frac{3,68 \cdot 7,27 + 12 \cdot 7,27 + 22,53 \cdot 31,45 + 0,52 \cdot 35,06}{38,73} = 21,71 \text{ м}$$

$$y_{10-11} = \frac{3,68 \cdot 7,47 + 12 \cdot 16,67 + 22,53 \cdot 15,27 + 0,52 \cdot 6,07}{38,73} = 14,84 \text{ м}$$

$$x_{11-12} = \frac{3,07 \cdot 7,27 + 8 \cdot 7,27 + 15,02 \cdot 31,45 + 0,26 \cdot 35,06}{26,35} = 21,33 \text{ м}$$

$$y_{11-12} = \frac{3,07 \cdot 7,47 + 8 \cdot 16,67 + 15,02 \cdot 15,27 + 0,26 \cdot 6,07}{26,35} = 14,70 \text{ м}$$

$$x_{13-14} = \frac{3,68 \cdot 7,27 + 4 \cdot 7,27 + 7,51 \cdot 31,45 + 0,26 \cdot 35,06}{15,45} = 19,49 \text{ м}$$

$$y_{13-14} = \frac{3,68 \cdot 7,47 + 4 \cdot 16,67 + 7,51 \cdot 15,27 + 0,26 \cdot 6,07}{15,45} = 13,62 \text{ м}$$

$$x_{14-15} = \frac{2,52 \cdot 7,27 + 12 \cdot 7,27 + 22,53 \cdot 31,45 + 0,52 \cdot 35,06}{38,12} = 21,94 \text{ м}$$

$$y_{14-15} = \frac{2,52 \cdot 7,47 + 12 \cdot 16,67 + 22,53 \cdot 15,27 + 0,52 \cdot 6,07}{38,12} = 14,96 \text{ м}$$

$$x_{15-16} = \frac{3,024 \cdot 7,27 + 12 \cdot 7,27 + 22,53 \cdot 31,45 + 0,52 \cdot 35,06}{38,73} = 21,71 \text{ м}$$

$$y_{15-16} = \frac{3,024 \cdot 7,47 + 12 \cdot 16,67 + 22,53 \cdot 15,27 + 0,52 \cdot 6,07}{38,73} = 14,84 \text{ м}$$

$$x_{16-17} = \frac{2,52 \cdot 7,27 + 8 \cdot 7,27 + 15,02 \cdot 31,45 + 0,26 \cdot 35,06}{26,35} = 21,33 \text{ м}$$

$$y_{16-17} = \frac{2,52 \cdot 7,47 + 8 \cdot 16,67 + 15,02 \cdot 15,27 + 0,26 \cdot 6,07}{26,35} = 14,70 \text{ м}$$

Таблиця 1.11 – Центри активних електричних навантажень для кожного моменту часу

	$x_i, \text{м}$	$y_i, \text{м}$
8-9	20.54	14.15
9-10	21.94	14.96
10-11	21.71	14.84
11-12	21.33	14.70
13-14	19.49	13.62
14-15	21.94	14.96
15-16	21.71	14.84
16-17	21.33	14.70

Знайдемо дисперсію відносно умовного центру електричних навантажень за формулами:

$$\delta_x^2 = \frac{(x_{8-9} - x_0)^2 + \dots + (x_{16-17} - x_0)^2}{8} \quad (1.27)$$

$$\delta_y^2 = \frac{(y_{8-9} - y_0)^2 + \dots + (y_{16-17} - y_0)^2}{8} \quad (1.28)$$

$$\delta_x^2 = 1,19 \text{ м}^2$$

$$\delta_y^2 = 0,36 \text{ м}^2$$

Знаходимо коефіцієнт кореляції:

$$K_K = \frac{((x_{8-9} - x_0) \cdot (y_{8-9} - y_0) + \dots + (x_{16-17} - x_0) \cdot (y_{16-17} - y_0))}{8} \quad (1.29)$$

$$K_K = 0,65 \text{ м}^2$$

Знаходимо кут нахилу еліпса відносно осі абсцис:

$$\text{tg } 2\alpha = \frac{2 \cdot K_K}{\sigma_X^2 - \sigma_Y^2} \quad (1.30)$$

$$\text{tg } 2\alpha = \frac{2 \cdot 0,65}{1,19 - 0,36} = 1,57$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctg \left(\frac{2 \cdot K_K}{\sigma_X^2 - \sigma_Y^2} \right) + \frac{\pi}{2} k, k = 0, 1 \quad (1.31)$$

$$\sigma_X^2 > \sigma_Y^2 \text{ тому } k = 0$$

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctg(1,57) = 29^\circ$$

Ймовірність попадання ЦЕН в еліпс.

$$P = 1 - e^{-\lambda^2} = 0,95, \text{ звідки } \lambda = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{1-P} \right)} = 1,731$$

Знаходимо півосі еліпса розсіювання, за умови, що ймовірність попадання ЦЕН в зону, обмежену цим еліпсом, рівна 0,95:

$$a = \sqrt{2} \cdot \lambda_0 \sigma_X = \sqrt{2} \cdot 1,731 \cdot 1,09 = 2,67 \text{ м}$$

$$b = \sqrt{2} \cdot \lambda_0 \sigma_Y = \sqrt{2} \cdot 1,731 \cdot 0,6 = 1,47 \text{ м}$$

Побудуємо зону розсіювання ЦЕН 1 поверху на плані підприємства (Додаток 5)

Як бачимо, ЦЕН змінюється в часі та на плані підприємства описує складну фігуру, яку можна представити у вигляді еліпсу.

Виконаємо розрахунки та побудуємо зону розсіювання ЦЕН для 2 поверху (ШР2)

Користуючись даними таблиці 1.2 складемо таблицю 1.12

Таблиця 1.12 – Склад майстерень 2 поверху (ШР2), встановлена потужність та коефіцієнт попиту

№	Назва майстерні	Встановлена потужність $P_{уст}$ (кВа)	Коефіцієнт попиту $K_{п}$	$\cos \varphi$	Встановлена $S_{уст}$ (кВа)
5	Слюсарна	22,5	0,55	0,5	44
6	Електромонтажна	12	0,55	0,8	15
7	Кухарів	40	0,55	1	40

Таблиця 1.13 – Графіки навантаження майстерень 2 поверху за зміну у %

	1	2	3
8-9	20	20	20
9-10	60	60	60
10-11	60	60	80
11-12	40	40	40
13-14	20	20	20
14-15	60	60	60
15-16	60	60	80
16-17	40	40	40

Розрахуємо силове активне навантаження кожної окремої майстерні (кВт) керуючись таблицею 1.12:

$$P_{p.c.i} = K_{пi} \cdot P_{уст.i} \quad (1.13)$$

$$P_{p.c.5} = K_{п1} \cdot P_{уст1} = 0,55 \cdot 22,5 = 12,38 \text{ (кВт)};$$

$$P_{p.c.6} = K_{п2} \cdot P_{уст2} = 0,55 \cdot 12 = 6,6 \text{ (кВт)};$$

$$P_{p.c.7} = K_{п3} \cdot P_{уст3} = 0,55 \cdot 40 = 35,37 \text{ (кВт)};$$

Розрахуємо повну потужність $S_{p.c.i}$ (кВА) керуючись таблицею 1.12:

$$S_{p.c.i} = \frac{P_{p.c.i}}{\cos \varphi} \quad (1.14)$$

$$S_{p.c.5} = \frac{12,38}{0,5} = 24,76 \text{ кВА}$$

$$S_{p.c.6} = \frac{6,6}{0,8} = 8,25 \text{ кВА}$$

$$S_{p.c.7} = \frac{35,37}{1} = 35,37 \text{ кВА}$$

Розрахуємо силове реактивне навантаження $Q_{p.c.i}$ (кВАр)

$$Q_{p.c.i} = S_{p.c.i} \cdot \sin \varphi \quad (1.15)$$

$$Q_{p.c.7} = 24,76 \cdot 0,866 = 21,44 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.c.7} = 8,25 \cdot 0,6 = 4,95 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.c.7} = 35,37 \cdot 0 = 0 \text{ кВАр}$$

Використовуючи дані таблиці 1.1 розрахуємо активну потужність освітлення навчальних майстерень 2 поверху за формулою (1.16)

$$P_{p.o.i} = N_i \cdot P_1 \quad (1.16)$$

де $P_1 = 52 \text{ Вт}$

$$P_{p.o.5} = 27 \cdot 52 = 1,104 \text{ кВт}$$

$$P_{p.o.6} = 26 \cdot 52 = 1,352 \text{ кВт}$$

$$P_{p.o.7} = 20 \cdot 52 = 1,04 \text{ кВт}$$

Реактивна потужність обраних світильників $Q_{p.o.i} = 0$, тоді повна $S_{p.o}$ (кВА) потужність системи освітлення визначаємо з формули (1.17)

$$S_{p.o.i} = \sqrt{P_{p.o.i}^2 + Q_{p.o.i}^2} \quad (1.17)$$

$$S_{p.o.5} = \sqrt{1,104^2 + 0^2} = 1,104 \text{ кВА}$$

$$S_{p.o.6} = \sqrt{1,352^2 + 0^2} = 1,352 \text{ кВА}$$

$$S_{p.o.7} = \sqrt{1,04^2 + 0^2} = 1,04 \text{ кВА}$$

Розрахуємо загальну активну потужність $P_{p.i}$ (кВт) кожної майстерні за формулою (1.18)

$$P_{p.i} = P_{p.c.i} + P_{p.o.i} \quad (1.18)$$

$$P_{p5} = 12,38 + 1,104 = 13,484 \text{ кВт}$$

$$P_{p6} = 6,6 + 1,352 = 7,952 \text{ кВт}$$

$$P_{p7} = 35,37 + 1,04 = 36,41 \text{ кВт}$$

Розрахуємо загальну реактивну потужність $Q_{p.i}$ (кВАр) кожної майстерні за формулою (1.19)

$$Q_{p.i} = Q_{p.c.i} + Q_{p.o.i} \quad (1.19)$$

$$Q_{p.5} = 21,44 + 0 = 21,44 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.6} = 4,95 + 0 = 4,95 \text{ кВАр}$$

$$Q_{p.7} = 0 + 0 = 0 \text{ кВАр}$$

Розрахуємо загальну повну потужність $S_{p.i}$ (кВА) кожної майстерні за формулою (1.20)

$$S_{p.i} = \sqrt{P_{p.i}^2 + Q_{p.i}^2} \quad (1.20)$$

$$S_{p.5} = \sqrt{13,484^2 + 21,44^2} = 25,33 \text{ кВА}$$

$$S_{p.6} = \sqrt{7,952^2 + 4,95^2} = 9,37 \text{ кВА}$$

$$S_{p.7} = \sqrt{36,41^2 + 0^2} = 36,41 \text{ кВА}$$

Результати розрахунків представимо у таблиці 1.14

Таблиця 1.14 – Повна, активна та реактивна потужності окремої майстерні 2 поверху

№	Назва майстерні	$S_{p.c.}$	$P_{p.c.}$	$Q_{p.c.}$	$S_{p.o.}$	$P_{p.o.}$	$Q_{p.o.}$	$S_p.$	$P_p.$	$Q_p.$
5	Слюсарна	24,76	12,38	21,44	1,104	1,104	0	25,33	13,384	21,44
6	Електромонтажна	8,25	6,6	4,95	1,352	1,352	0	9,37	7,952	4,95
7	Кухарів	35,37	35,37	0	1,04	1,04	0	36,41	36,41	0

Визначимо умовний центр електричних навантажень.

Розрахуємо радіуси кіл для активного навантаження, взявши масштаб 1м-1кВт

$$R_{ia} = \sqrt{(P_i / \pi)} \quad (1.21)$$

$$R_{5a} = \sqrt{(13,384 / \pi)} = 2 \text{ м}$$

$$R_{6a} = \sqrt{(7,952 / \pi)} = 1,6 \text{ м}$$

$$R_{7a} = \sqrt{(36,41 / \pi)} = 3,4 \text{ м}$$

Розрахуємо радіуси кіл для реактивного навантаження

$$R_{ir} = \sqrt{(Q_i / \pi)} \quad (1.22)$$

$$R_{5r} = \sqrt{(21,44 / \pi)} = 2,6 \text{ м}$$

$$R_{6r} = \sqrt{(4,95 / \pi)} = 1,3 \text{ м}$$

$$R_{7r} = \sqrt{(0 / \pi)} = 0 \text{ м}$$

Нанесемо кола на план розміщення майстерень (Додаток 6, Додаток 7).

Знайдемо умовний центр навантаження користуючись таблицею 1.15 та формулами (1.23), (1.24).

Таблиця 1.15 – Координати навчально виробничих майстерень 2 поверху

№	Назва майстерні	X	Y
5	Слюсарна	7,27	10,5
6	Електромонтажна	35,1	15,27
7	Кухарів	20,1	15,27

$$x_0 = \frac{S_{p5} \cdot x_5 + S_{p6} \cdot x_6 + S_{p7} \cdot x_7}{\sum S_{pi}} \quad (1.23)$$

$$x_0 = \frac{25,33 \cdot 7,27 + 9,37 \cdot 35,1 + 36,41 \cdot 20,1}{71,11} = \frac{1244,88}{71,11} = 17,5 \text{ м}$$

$$y_0 = \frac{S_{p5} \cdot y_5 + S_{p6} \cdot y_6 + S_{p7} \cdot y_7}{\sum S_{pi}} \quad (1.24)$$

$$y_0 = \frac{25,33 \cdot 10,5 + 9,37 \cdot 15,27 + 36,41 \cdot 15,27}{71,11} = \frac{965,03}{71,11} = 13,6 \text{ м}$$

Умовний центр електричних навантажень 2-го поверху знаходиться за координатами (17,5; 13,6).

Оскільки навантаження в виробничому корпусі змінюється в часі, то і центр електричних навантажень буде змінювати свої координати протягом доби.

Визначимо ЦЕН у вигляді зони його розсіювання.

Знайдемо погодинне навантаження окремих майстерень в кВт і занесемо до таблиці 1.16

Таблиця 1.16 – Погодинне навантаження майстерень в кВт

	5	6	7
8-9	2,68	1,59	7,28
9-10	8,03	4,77	21,85

Продовження таблиці 1.16

10-11	8,03	4,77	29,13
11-12	5,35	3,18	14,56
13-14	2,68	1,59	7,28
14-15	8,03	4,77	21,85
15-16	8,03	4,77	29,13
16-17	5,35	3,18	14,56

Знайдемо координати центру для кожного моменту часу за формулами користуючись таблицею 1.16 і формулами (1.25) та (1.26)

$$x_i = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i} \quad (1.25)$$

$$y_i = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i} \quad (1.26)$$

Результати обчислень заносимо до таблиці (1.17)

$$x_{8-9} = \frac{2,68 \cdot 7,27 + 1,59 \cdot 35,1 + 7,28 \cdot 20,1}{11,55} = 19,17 \text{ м}$$

$$y_{8-9} = \frac{2,68 \cdot 10,5 + 1,59 \cdot 15,27 + 7,28 \cdot 15,27}{11,55} = 14,16 \text{ м}$$

$$x_{9-10} = \frac{8,03 \cdot 7,27 + 4,77 \cdot 35,1 + 21,85 \cdot 20,1}{34,65} = 19,19 \text{ м}$$

$$y_{9-10} = \frac{8,03 \cdot 10,5 + 4,77 \cdot 15,27 + 21,85 \cdot 15,27}{34,65} = 14,16 \text{ м}$$

$$x_{10-11} = \frac{8,03 \cdot 7,27 + 4,77 \cdot 35,1 + 29,13 \cdot 20,1}{41,93} = 19,34 \text{ м}$$

$$y_{10-11} = \frac{8,03 \cdot 10,5 + 4,77 \cdot 15,27 + 29,13 \cdot 15,27}{41,93} = 14,35 \text{ м}$$

$$x_{11-12} = \frac{5,35 \cdot 7,27 + 3,18 \cdot 35,1 + 14,56 \cdot 20,1}{23,09} = 19,94 \text{ м}$$

$$y_{11-12} = \frac{5,35 \cdot 10,5 + 3,18 \cdot 15,27 + 14,56 \cdot 15,27}{23,09} = 14,16 \text{ м}$$

$$x_{13-14} = \frac{2,68 \cdot 7,27 + 1,59 \cdot 35,1 + 7,28 \cdot 20,1}{11,55} = 19,17 \text{ м}$$

$$y_{13-14} = \frac{2,68 \cdot 10,5 + 1,59 \cdot 15,27 + 7,28 \cdot 15,27}{11,55} = 14,16 \text{ м}$$

$$x_{14-15} = \frac{8,03 \cdot 7,27 + 4,77 \cdot 35,1 + 21,85 \cdot 20,1}{34,65} = 19,19 \text{ м}$$

$$y_{14-15} = \frac{8,03 \cdot 10,5 + 4,77 \cdot 15,27 + 21,85 \cdot 15,27}{34,65} = 14,16 \text{ м}$$

$$x_{15-16} = \frac{8,03 \cdot 7,27 + 4,77 \cdot 35,1 + 29,13 \cdot 20,1}{41,93} = 19,34 \text{ м}$$

$$y_{15-16} = \frac{8,03 \cdot 10,5 + 4,77 \cdot 15,27 + 29,13 \cdot 15,27}{41,93} = 14,35 \text{ м}$$

$$x_{16-17} = \frac{5,35 \cdot 7,27 + 3,18 \cdot 35,1 + 14,56 \cdot 20,1}{23,09} = 19,94 \text{ м}$$

$$y_{16-17} = \frac{5,35 \cdot 10,5 + 3,18 \cdot 15,27 + 14,56 \cdot 15,27}{23,09} = 14,16 \text{ м}$$

Таблиця 1.17 – Центри активних електричних навантажень для кожного моменту часу

	$x_i, \text{м}$	$y_i, \text{м}$
8-9	19,17	14,16
9-10	19,19	14,16
10-11	19,34	14,35
11-12	19,94	14,16
13-14	19,17	14,16
14-15	19,19	14,16
15-16	19,34	14,35
16-17	19,94	14,16

Знайдемо дисперсію відносно умовного центру електричних навантажень за формулами:

$$\delta_x^2 = \frac{(x_{8-9} - x_0)^2 + \dots + (x_{16-17} - x_0)^2}{8} \quad (1.27)$$

$$\delta_y^2 = \frac{(y_{8-9} - y_0)^2 + \dots + (y_{16-17} - y_0)^2}{8} \quad (1.28)$$

$$\delta_x^2 = 3,74 \text{ м}^2$$

$$\delta_y^2 = 0,37 \text{ м}^2$$

Знаходимо коефіцієнт кореляції:

$$K_K = \frac{((x_{8-9} - x_0) \cdot (y_{8-9} - y_0) + \dots + (x_{16-17} - x_0) \cdot (y_{16-17} - y_0))}{8} \quad (1.29)$$

$$K_K = 1,16 \text{ м}^2$$

Знаходимо кут нахилу еліпса відносно осі абсцис:

$$tg 2\alpha = \frac{2 \cdot K_K}{\sigma_X^2 - \sigma_Y^2} \quad (1.30)$$

$$tg 2\alpha = \frac{2 \cdot 1,16}{3,74 - 0,37} = 0,6866$$

$$\alpha = \frac{1}{2} arctg \left(\frac{2 \cdot K_K}{\sigma_X^2 - \sigma_Y^2} \right) + \frac{\pi}{2} k, k = 0,1 \quad (1.31)$$

$$\sigma_X^2 > \sigma_Y^2 \text{ тому } k = 0$$

$$\alpha = \frac{1}{2} arctg(0,61) = 17^\circ 12'$$

Ймовірність попадання ЦЕН в еліпс.

$$P = 1 - e^{-\lambda^2} = 0,95, \text{ звідки } \lambda = \sqrt{\ln \left(\frac{1}{1-P} \right)} = 1,731$$

Знаходимо півосі еліпса розсіювання, за умови, що ймовірність попадання ЦЕН в зону, обмежену цим еліпсом, рівна 0,95:

$$a = \sqrt{2} \cdot \lambda_0 \sigma_X = \sqrt{2} \cdot 1,731 \cdot 1,93 = 4,7 \text{ м}$$

$$b = \sqrt{2} \cdot \lambda_0 \sigma_Y = \sqrt{2} \cdot 1,731 \cdot 0,61 = 1,5 \text{ м}$$

Побудуємо зону розсіювання ЦЕН на плані підприємства (Додаток 8)

Як бачимо, ЦЕН змінюється в часі та на плані підприємства описує складну фігуру, яку можна представити у вигляді еліпсу.

1.3. Визначення розрахункових струмів живлення і захисних автоматичних вимикачів

Визначимо розрахункові струми живлення та захисний автоматичний вимикач для кожної майстерні використовуючи дані з таблиць 1.8 та 1.14 за формулою 1.12:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H} \quad (1.12)$$

$$I_{p1} = \frac{10,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 15,49 \approx 15,5 \text{ (A)}$$

Рекомендований розрахований переріз проводу 2,5 мм² (фактичний 4 мм²(до 27А)), автоматичний вимикач А-3124 на 20А.

$$I_{p2} = \frac{48,54 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 73,74 \approx 74 \text{ (A)}$$

Рекомендований переріз проводу 35 мм² фактичний 50 мм²(до 110 А) , автоматичний вимикач А-3124 на 80А

$$I_{p3} = \frac{89,37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 135,78 \approx 136 \text{ (A)}$$

Рекомендований переріз проводу 95 мм² фактичний 95 мм² (до 170А), автоматичний вимикач А-3124 на 160А

$$I_{p4} = \frac{2,59 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 3,94 \approx 4 \text{ (A)}$$

Рекомендований переріз проводу 2,5 мм² фактичний 4 мм² (до 27А) , автоматичний вимикач А-3124 на 15А

$$I_{p5} = \frac{25,33 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 38,48 \approx 38 \text{ (A)}$$

Рекомендований переріз проводу 16 мм² фактичний 16 мм² (до 60А), автоматичний вимикач А-3124 на 40А

$$I_{p6} = \frac{9,37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 14,24 \approx 14 \text{ (A)}$$

Рекомендований переріз проводу 2,5 мм² фактичний 16 мм² (до 60А),
автоматичний вимикач А-3124 на 15А

$$I_{p7} = \frac{36,41 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 55,32 \approx 55 \text{ (А)}$$

Рекомендований переріз проводу 25 мм² фактичний 25 мм² (до 75А),
автоматичний вимикач А-3124 на 60А.

Розраховані перерізи провідників і струми значно менші за відповідні
значення фактично прокладених провідників і повністю задовольняють вимоги
п.1.3 ПУЕ.

					МРЗ.8.141.026 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46

Розділ 2. Науково-дослідна частина

2.1 Характеристика об'єкту моделювання

Об'єктом моделювання є асинхронний двигун АИР 160 М2 потужністю 18,5 кВт, що забезпечує роботу протяжної вентиляції майстерні електрозварників ручного зварювання.

При включенні асинхронного двигуна в мережу змінного струму в обмотках його статора і ротора протікатимуть струми, які суттєво перевищують номінальні. Це пояснюється тим, що при нерухомому роторі магнітне поле, що обертається, перетинає його обмотку з великою частотою, рівній частоті обертання магнітного поля в просторі, і індукує в цій обмотці велику ЕРС. Ця ЕРС створює великий струм в ланцюзі ротора, що викликає виникнення відповідного струму і в обмотці статора.

При збільшенні частоти обертання ротора ковзання зменшується, що приводить до зменшення ЕРС і струму в обмотці ротора. Це у свою чергу, викликає зменшення струму в обмотці статора.

Великий пусковий струм небажаний як для двигуна так і для джерела, від якого двигун отримує живлення. При частих пусках великий струм призводить до різкого підвищення температури обмоток двигуна, що може викликати передчасне старіння їх ізоляції.

В мережі при великих струмах знижується напруга, що впливає на роботу інших електроприймачів даної мережі.

2.2 Моделювання пуску асинхронного двигуна

Моделювання здійснювалось в середовищі Simulink програми Matlab 2020. Схема блоків показана на рисунку 2.1.

					<i>MP3.8.141.026 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Воротиццев</i>				<i>Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями</i>	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Василега</i>					<i>Р</i>	<i>47</i>	<i>70</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>					<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Утверд.</i>	<i>Лебединський</i>							

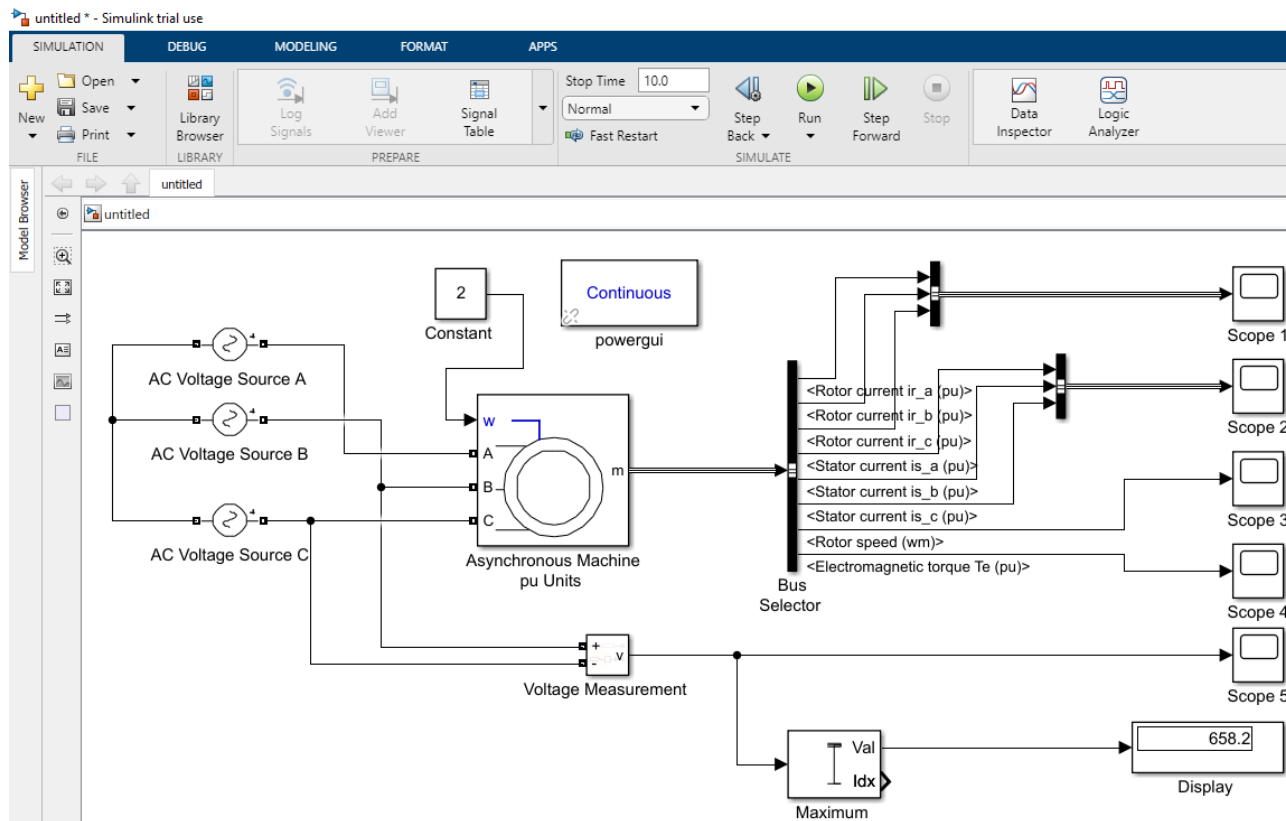


Рисунок 2.1 – Схема асинхронного двигуна в середовищі Simulink

Схема складається з таких блоків:

а). Asynchronous Machine – це є асинхронний двигун при подвійному натисненні відкривається вікно у якому вводимо основні його параметри:

- потужність,
- напругу,
- частоту,
- кількість полюсів
- інерційну сталу.

Дане вікно зображене на рисунку 2.2.

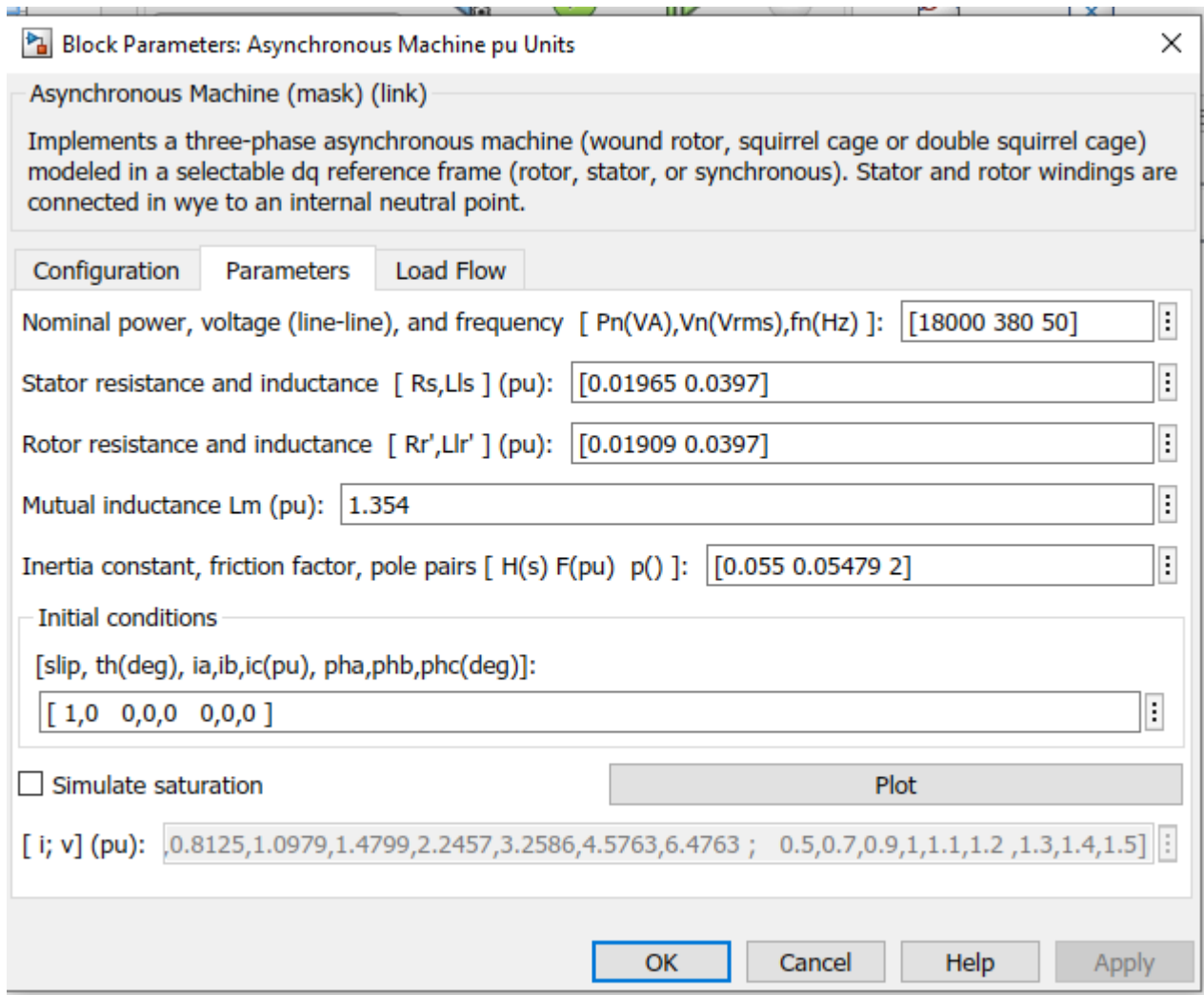


Рисунок 2.2 Параметри двигуна

Для симуляції пуску двигуна було використані такі параметри:

- потужність двигуна $P=18500$ Вт;
- напруга – $U_{ном}=380$ В,
- частота – $f=50$ Гц,
- інерційна стала $H; 0,055$,
- кількість полюсів – $p=2$.

б). Bus Selector – блок використовується для вибору досліджуваних параметрів основних частин двигуна статора і ротора. Його налаштування зображене на рисунку 2.3.

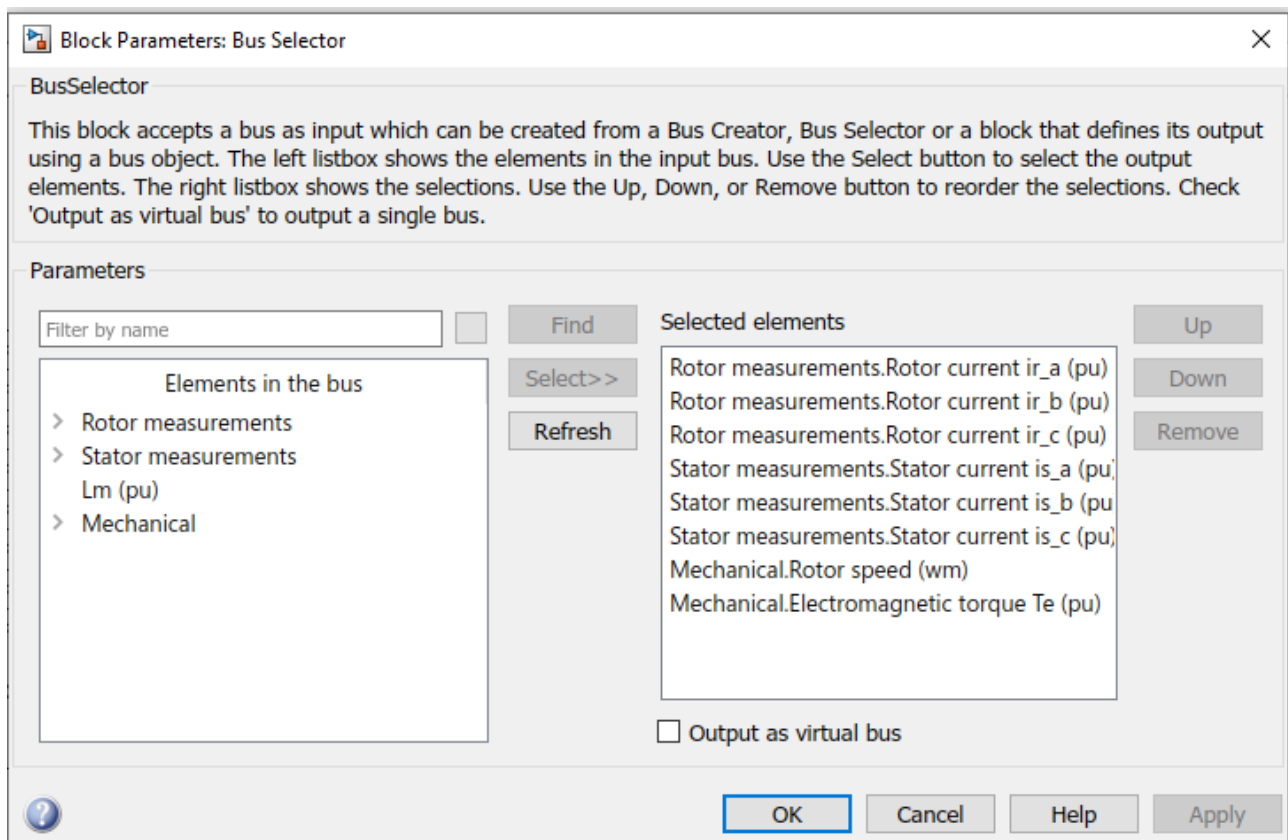


Рисунок 2.3 Налаштування блоку Bus Selector

Rotor measurements. Rotor current $ir_{(a, b, c)}$ – ці три виводи виходять на дисплей осцилографа Score 1 і показують на графіку струм ротора при його запуску і подальшій роботі.

Stator measurements. Stator current $ir_{(a, b, c)}$ - ці три виводи виходять на дисплей осцилографа Score 2 і показують на графіку струм статора при його запуску і подальшій роботі.

Rotor speed (wm) – показує швидкість двигуна при пуску і подальшій роботі на осцилографі Score 3.

Electromagnetic torque Te – показує електромагнітний крутний момент на осцилографі Score 4.

в). Score (1,2,3,4,5) – осцилографи для вимірювання величини струму статора і ротора електромагнітного моменту, швидкості ротора.

г). AC Voltage Source (A, B, C) – це є три елементи живлення на кожному з фаз(A, B, C).

д). Constant – задає константи і використовується для задання зовнішнього моменту навантаження валу асинхронного двигуна.

е). Voltage Measurements – елемент призначений для вимірювання напруги.

Після запуску відкриваємо перший осцилограф Scope1. Зображення показано на рисунку 2.4. На ньому показано струми ротора.

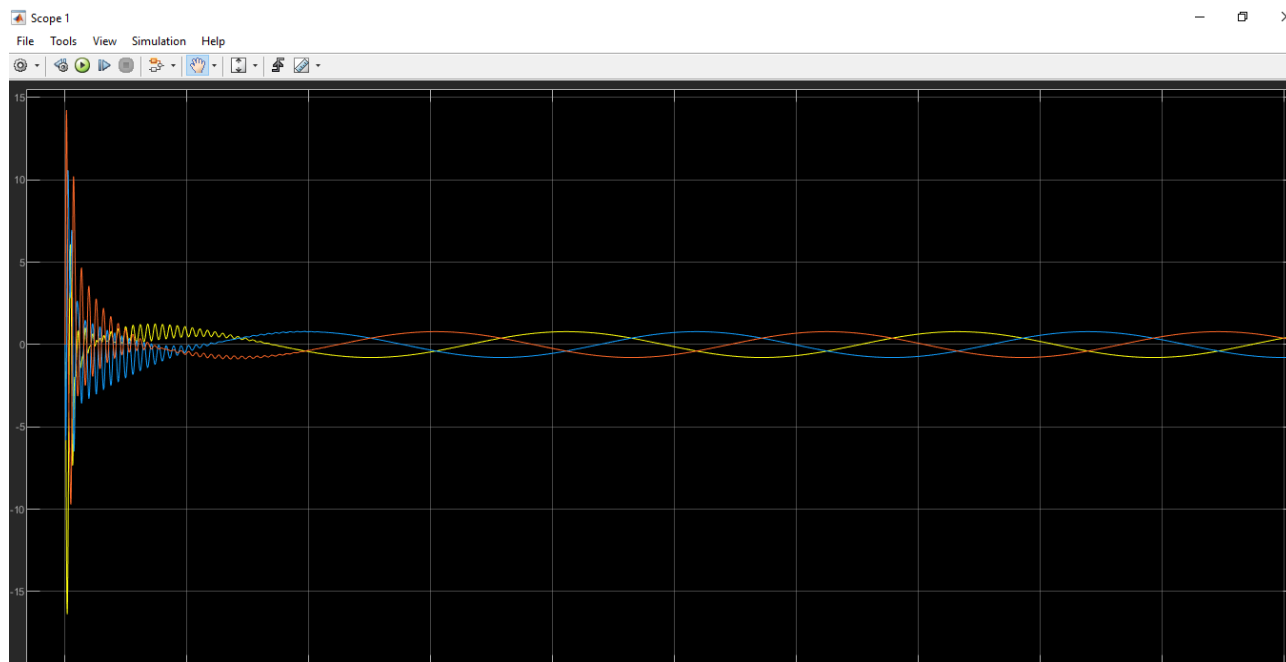


Рисунок 2.4 Струми в обмотках ротора

На осцилограмі видно, що при запуску електродвигуна струми є набагато більшими і поступово спадають до нормального значення.

Осцилограф Scope 2 показує струм на статорі. Зображення показано на рисунку 2.5

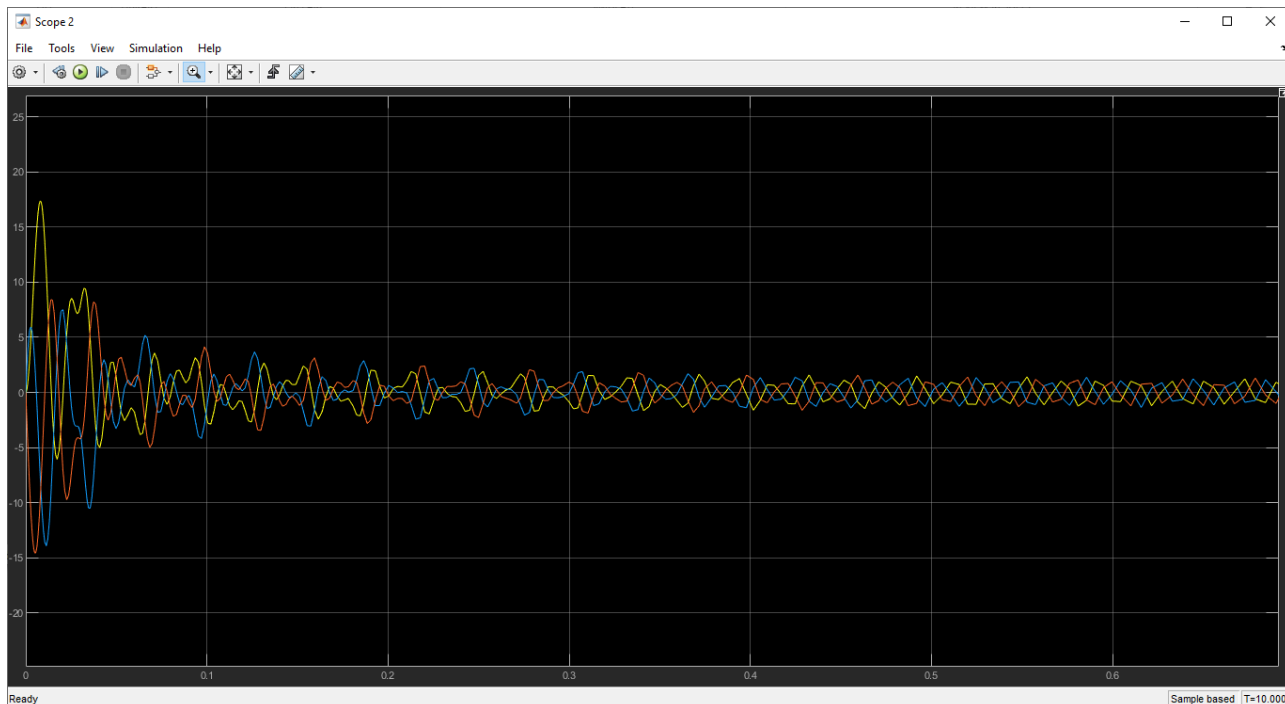


Рисунок 2.5 Струми в обмотках статора

Осцилограф Scope4 показує швидкість ротора. Зображення його роботи показано на рисунку 2.6.

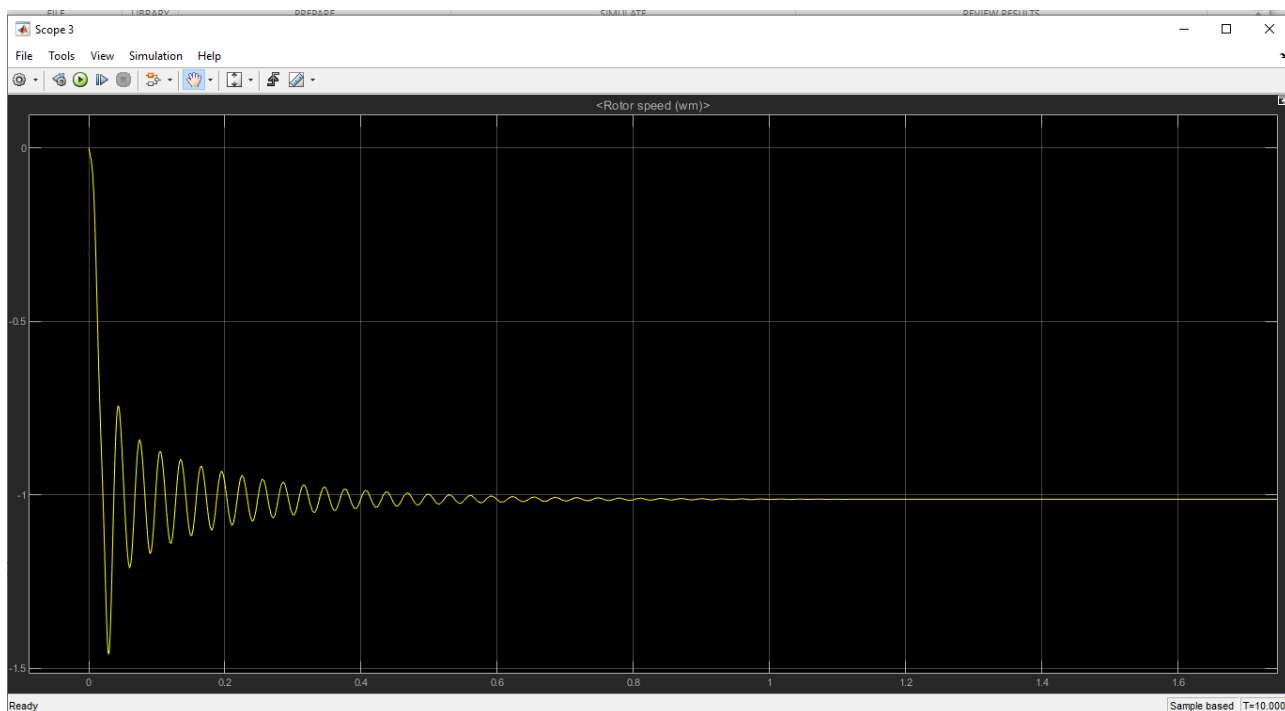


Рисунок 2.6 Швидкість ротора

Осцилограф Scope 4 показує електромагнітний момент при запуску і роботі двигуна. Зображення електромагнітного моменту показане на рисунку 2.7.

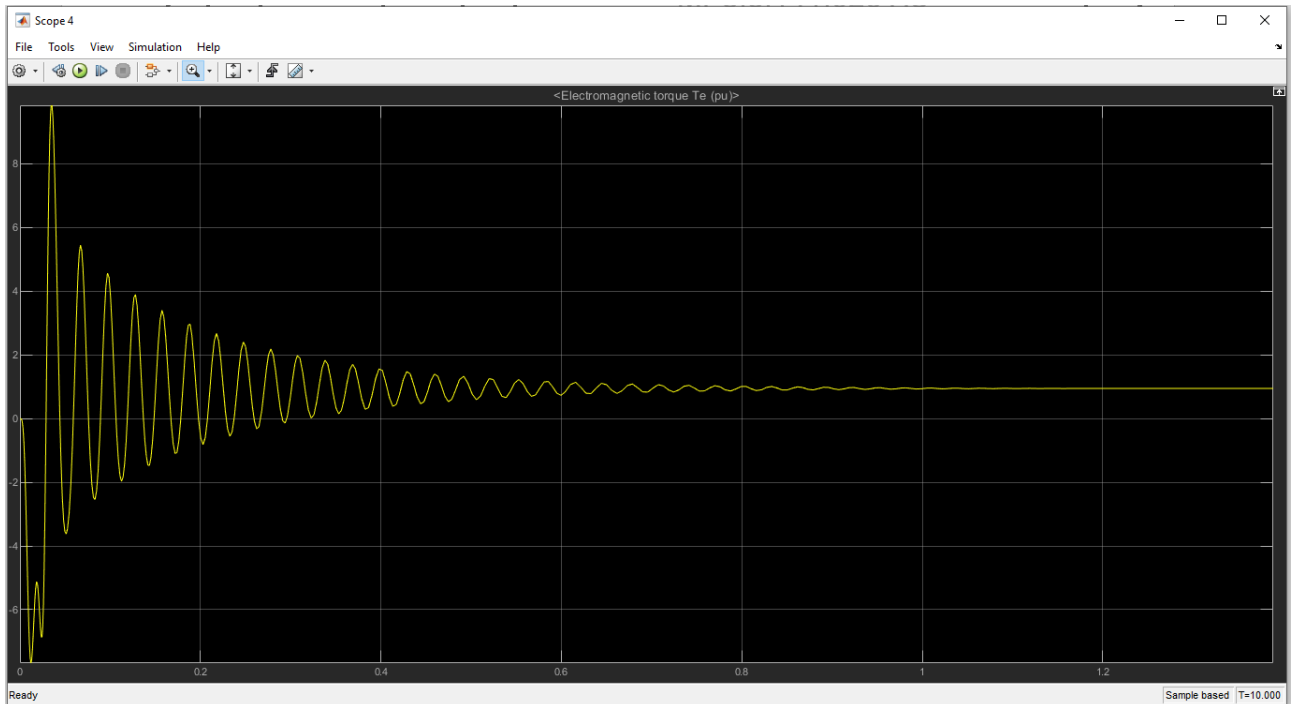


Рисунок 2.7 Електромагнітний момент при запуску і роботі

2.3 Вплив якості електроенергії на електродвигун

Одним з головних умов забезпечення нормальної роботи двигуна є живлення його електроенергією, параметри якої відповідають певним вимогам до її якості. Основні показники якості електроенергії пов'язані з такими параметрами, як відхилення частоти і напруги, коливання напруги, несинусоїдність і несиметрія напруги. Для уникнення довгого порушення нормальної роботи електродвигунів основні характеристики повинні виходити за допустимі межі своїх нормальних значень. На надійність і довговічність роботи електродвигунів впливає їх температурний режим. Так для асинхронних двигунів вплив відхилення напруги на їх тепловий режим залежить і від навантаження двигуна. Робота електродвигуна при пониженій напрузі приводить до перегріву ізоляції і може стати причиною виходу їх з ладу, тому що зменшення напруги порівняно з номінальною, збільшує струми в обмотках ротора і статора. При значному завантаженні асинхронних двигунів

відхилення напруги призводить до зменшення його строку служби. При збільшенні струму двигуна відбувається більш інтенсивне старіння ізоляції.

Для наглядного прикладу зменшимо напругу на одній із фаз на 10%, зміна напруги на джерелі живлення показано на рисунку 2.8 і побачимо зростання струмів на графіку рисунку 2.9.

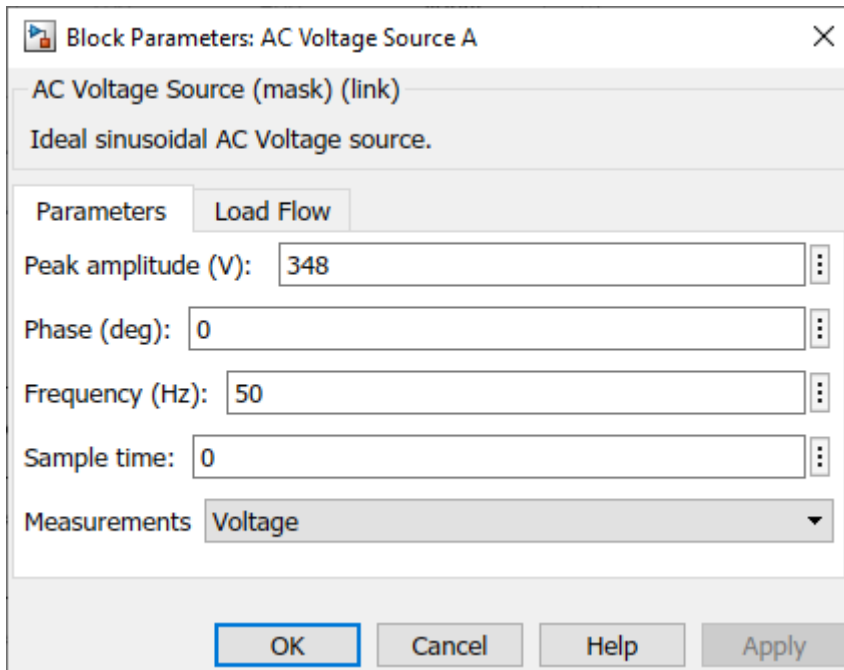


Рисунок 2.8. Налаштування джерела живлення фази А при зниженні напруги на 10%

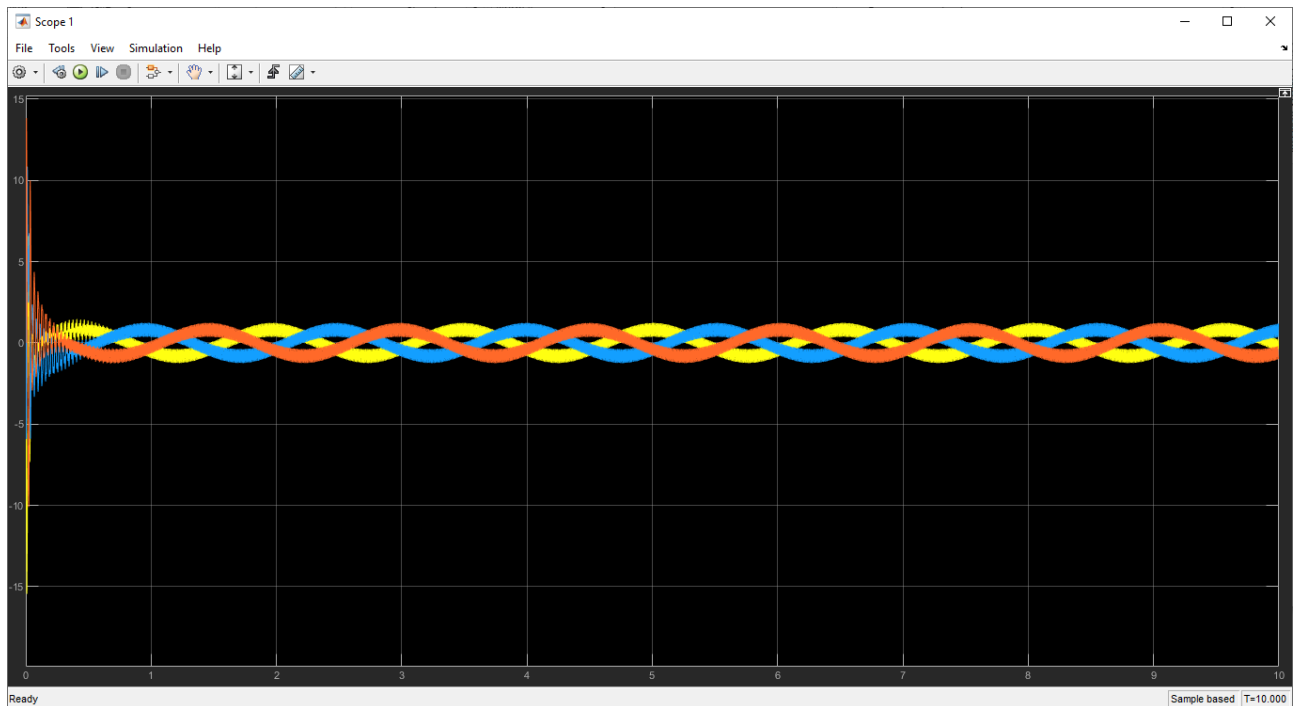


Рисунок 2.9. Струми в роторі при зниженні напруги у фазі А

Висновок: якість електроенергії сильно впливає на роботу її електроприймачів. Це наглядно видно з досліду вище, коли було змодельовано падіння напруги на одній із фаз електродвигуна. Це призвело до різкого збільшення струму і подальшому нагріванню обмоток електродвигуна, що призведе до погіршення ізоляції обмоток і подальшому виходу його з ладу.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

MP3.8.141.026 ПЗ

Лист

55

Розділ 3. Охорона праці

Електропостачання Державного навчального закладу «Южноукраїнський професійний ліцей» (м. Южноукраїнськ, пр-т Незалежності, 37) передбачається від мережі 0,4 кВ із глухозаземленою нейтраллю.

Приєднанню до системи ТТ підлягають усі металеві частини електроспоживачів, не призначених для проходження електричного струму, але які можуть виявитися під напругою внаслідок порушення ізоляції.

Конструкція, виконання й клас ізоляції застосованого електроустаткування й кабелів обрані з урахуванням умов навколишнього середовища й категорії приміщень згідно з вимогами нормативних документів.

Заходами щодо техніки безпеки передбачаються:

- на дверях приміщень РУ встановлені попереджувачі знаки;
- двері обладнані замикаючими пристроями які забезпечують захист від випадкового доторкання до частин, що перебувають під напругою, і відкриваються із застосуванням спеціальних ключів або інструментів.

Усі струмопровідні частини закриті металевими щитами й щитами з діелектричних матеріалів, які запобігають від випадкових до торкань до відкритих провідників.

Проектом передбачений комплект основних захисних засобів і засобів виміру згідно з вимогами нормативних документів.

Всі електромонтажні роботи повинні виконувати згідно з [10]ПУЕ, [8]ПБЕ, [9]НАОП 4.01-1.32-01, [4]ДБН В 2.5-23-2010, [15]СНиП 3.05.06-8.

Для забезпечення охорони праці, техніки безпеки проектом передбачено:

- використання технічно досконалого обладнання;
- розміщення обладнання, під час виконання робіт, яке забезпечує його вільне обслуговування;
- заземлення елементів електроустановок з нормованою величиною опору

					<i>MP3.8.141.026 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Воротинцев</i>				<i>Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями</i>	<i>Стадія.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Василега</i>					<i>Р</i>	<i>56</i>	<i>70</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>					<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Утверд.</i>	<i>Лебединський</i>							

і конструкцією, яка відповідає вимогам діючих нормативних документів;

- використання при виконанні будівельно-монтажних робіт механізмів, в конструкції яких закладені принципи охорони праці;

- виконання будівельно-монтажних робіт згідно з типовими технологічними картами;

Прийняті проектні рішення із забезпечення пожежної безпеки відповідають вимогам [2]ДБН В.1.1-7-2016 - Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», [16]СНіП 2.09.02-85, [10]ПУЕ, [9]НПАОП 40.1-1.32-01 «Електрообладнання спеціальних установок».

Вибір електрообладнання для приміщень вводу кабелів та розміщення технологічного обладнання виконано відповідно до класифікації пожежних зон.

Проектом передбачено застосування електричних світильників, апаратів та приладів, що мають у своєму виконанні допустимий ступінь захисту, який задовольняє вимоги [10]ПУЕ, [9]НПАОП 40.1-1.32-01.

Пожежна безпека забезпечується застосуванням вогнетривких конструкцій, автоматичним відключенням струмів короткого замикання, заземленням і зануленням.

Експлуатація кабельних ліній електропередачі (КЛ) повинна передбачати проведення технічного обслуговування, ремонтів та аварійно-відновних робіт, спрямованих на забезпечення надійної роботи КЛ.

При експлуатації кабельних ліній необхідно вести спостереження і контроль за їх трасами і навантаженням. В процесі експлуатації кабелів важливо регулярно проводити їх паспортизацію. Паспорт кабельної лінії крім технічної характеристики кабелів і умов їх прокладки містить відомості про результати попередніх випробувань і ремонтів, що допомагає встановити правильний режим їх експлуатації.

Всі змонтовані кабелі повинні мати маркування (бирки) стандартної форми:

- прямокутної - для силових кабелів до 1 кВ,

- трикутної - для контрольних кабелів.

Для кабелів, прокладених в землі і спорудах, застосовують бирки з пластмаси, прив'язували до кабелю оцинкованої дротом. Написи на пластмасових бирках виконують незмивною фарбою, на металевих набивають букви і цифри. Бірки на кабелях, прокладених в землі, встановлюють через кожні 100 м траси (на всіх поворотах, у кожної муфти і при входах в споруди) і обмотують двома-трьома шарами смоляний стрічки.

					MP3.8.141.026 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

Розділ 4. Економічна частина

Державний навчальний заклад «Южноукраїнський професійний ліцей» надає освітні послуги з професійної підготовки учнів 9-11 класів, а також перепідготовки незайнятого населення. У процесі виконання навчально-виробничих робіт здобувачі освіти створюють продукти, які можуть бути реалізовані у вигляді товарів або наданих послуг.

Ціна освітньої послуги складається з кількох компонентів, оплата праці педпрацівників та обслуговуючого персоналу, оплата спожитих енергоресурсів, вартості витратних матеріалів.

Як приклад можна привести розрахунок витрат на професійну перепідготовку незайнятого населення з професії «Електрозварник на автоматичних та напівавтоматичних машинах»

1. Витрати на оплату праці працівників (грн.)

1.1. витрати на оплату праці викладачів – $287 \times 77,72 = 22305,64$ грн.

1.2. Витрати на оплату праці майстрів виробничого навчання тарифний оклад 14 т.р. I кат

1.2.1 В навчальних майстернях $102 \times 63,27 = 6453,54$ грн.

Разом 28759,18 грн.

Вислуга років 20-30% від суми 28759,18 грн. = 10487,17 грн.

Разом 39246,18 грн

1.3. Витрати на оплату праці інших працівників – 5590,00 грн.

Разом 44836,18 грн

1.4. Нарахування на оплату праці відповідно до законодавства $44836,18 \times 22\% = 9864$ грн

					<i>MP3.8.141.026 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Воротинцев</i>			<i>Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями</i>	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Василега</i>				<i>Р</i>	<i>59</i>	<i>70</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров</i>				<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

2. Господарчі витрати з ПДВ:

2.1. освітлення

$$2,92\text{кВт} \cdot 102\text{год} \cdot 1,19\text{грн} = 353,45 \text{ грн}$$

2.2 споживання електрообладнання 137,91кВт

$$137,91\text{кВт} \cdot 102\text{год} \cdot 1,19\text{грн} = 16\,739,52 \text{ грн}$$

2.3 водопостачання

$$13\text{чол} \cdot 12\text{л} \cdot 15,20\text{грн} \cdot 56\text{дн}: 1000 = 132,79 \text{ грн}$$

2.4 теплопостачання

$$906\text{м}^2 \cdot 2,5 = 2265,00 \text{ грн}$$

Всього господарчих витрат 19 490 грн.

3. Навчальні витрати

3.1. вартість матеріалів, що використовуються з навчальною метою

$$500\text{грн} \cdot 13\text{чол} = 6500 \text{ грн.}$$

3.2. канцелярські витрати

$$50\text{грн} \cdot 13\text{чол} = 650 \text{ грн.}$$

Всього навчальних витрат 7150 грн.

Загальна вартість навчання групи з 13 осіб 81340,18 грн.

З розрахунку на 1 здобувача освіти 6257 грн.

З розрахунку видно, що питома частка вартості електроспоживання від загальної вартості навчання складає

$$\frac{17091}{81340,18} \cdot 100\% = 21\%$$

Тому надійність, безпечність і економічність ліній живлення є запорукою конкурентоспроможності на ринку освітніх послуг.

					MP3.8.141.026 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Підпись	Дата		60

Висновки

У даній роботі описано та охарактеризовано навчально-виробничий процес у професійно-технічному навчальному закладі.

У першому розділі виконані розрахунки електричних навантажень силової електричної мережі та системи штучного освітлення. Визначено центри електричних навантажень корпусу навчально-виробничих майстерень. Підтверджено розрахунками можливість використання існуючих кабельних ліній на напрузі 0,4 кВ та обрані комутаційні апарати.

У другому розділі був змодельований пуск асинхронного двигуна, досліджені струми в обмотках під час пуску, виявлено вплив якості напруги на пускові струми асинхронного двигуна.

У розділі охорони праці та техніки безпеки розглянуті основні вимоги до безпечної експлуатації кабельних ліній та електрообладнання.

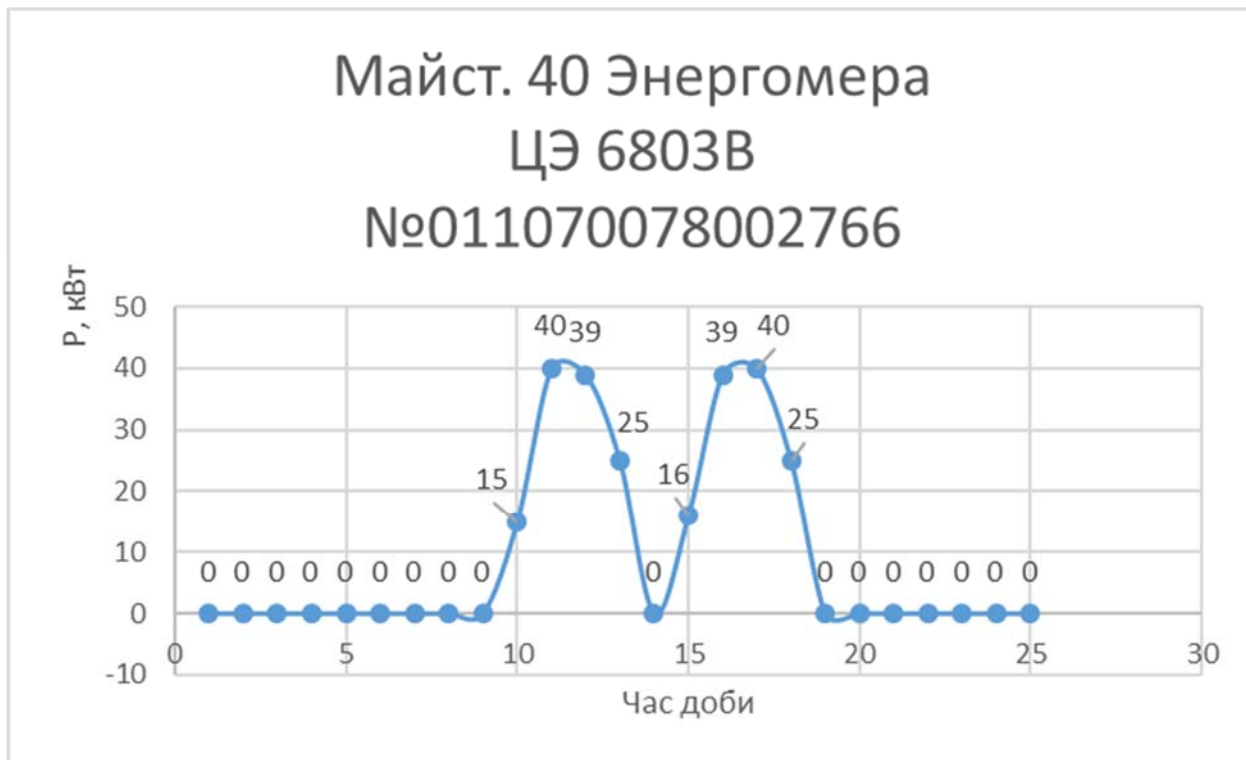
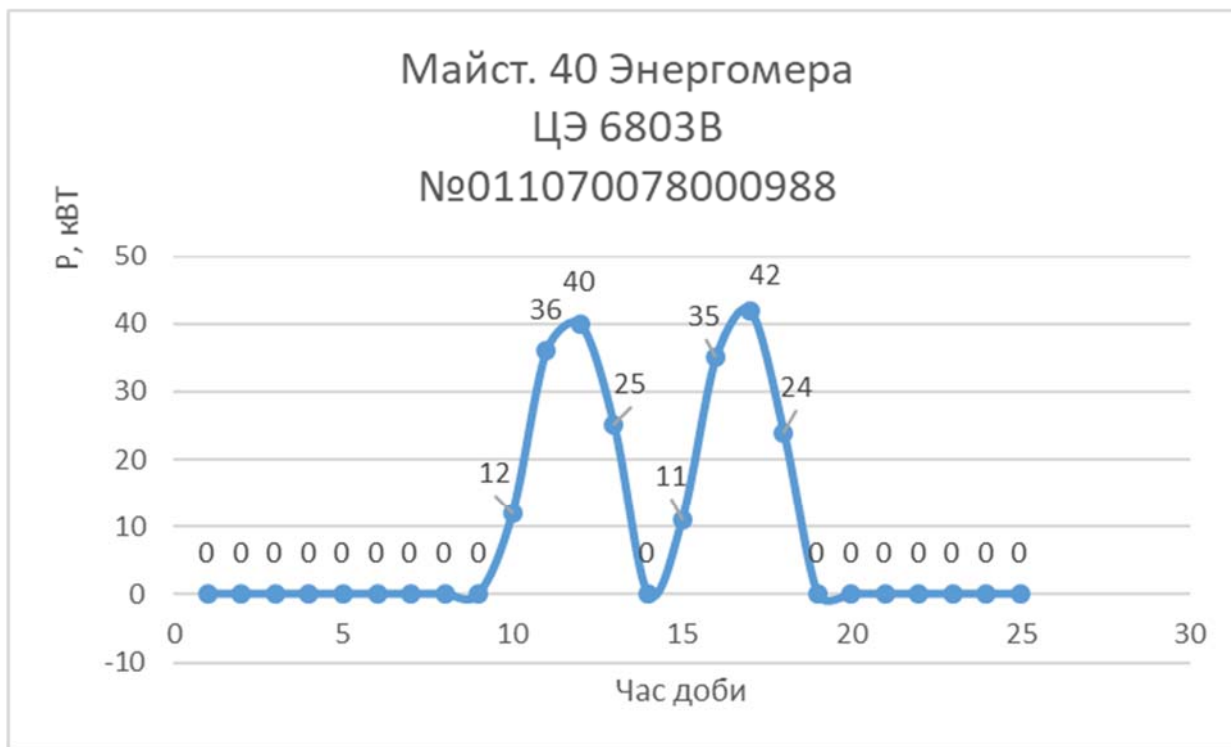
У четвертому розділі розглянуто формування ціни освітньої послуги та вплив електропостачання на формування ціни.

Протокол вимірів						
добового активного електричного навантаження						
Година доби	Тип лічильника			Тип лічильника		
	Майст. 40 Энергомера			Майст. 40 Энергомера		
	ЦЭ 6803В			ЦЭ 6803В		
	№011070078000988			№011070078002766		
	покази	різниця	навантаження	покази	різниця	навантаження
0	321,800	0	0	301,600	0	0
1	321,800	0	0	301,600	0	0
2	321,800	0	0	301,600	0	0
3	321,800	0	0	301,600	0	0
4	321,800	0	0	301,600	0	0
5	321,800	0	0	301,600	0	0
6	321,800	0	0	301,600	0	0
7	321,800	0	0	301,600	0	0
8	321,800	0	0	301,600	0	0
9	333,800	0,300	12	301,600	0,375	15
10	334,100	0,900	36	301,975	1,000	40
11	335,000	1,000	40	302,975	0,975	39
12	336,000	0,625	25	303,950	0,625	25
13	336,625	0,000		304,575	0,000	0
14	336,625	0,275	11	304,575	0,400	16
15	336,900	0,875	35	304,975	0,975	39
16	337,775	1,050	42	305,950	1,000	40
17	338,825	0,600	24	306,950	0,625	25
18	339,425	0	0	307,575	0,000	0
19	339,425	0	0	307,575	0,000	0
20	339,425	0	0	307,575	0,000	0
21	339,425	0	0	307,575	0,000	0
22	339,425	0	0	307,575	0,000	0
23	339,425	0	0	307,575	0,000	0
24	339,425	0	0	307,575	0,000	0

					<i>MP3.8.141.026 ГР</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Воротинцев</i>			<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Василега</i>			<i>Р</i>	<i>62</i>	<i>70</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров</i>			<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>					

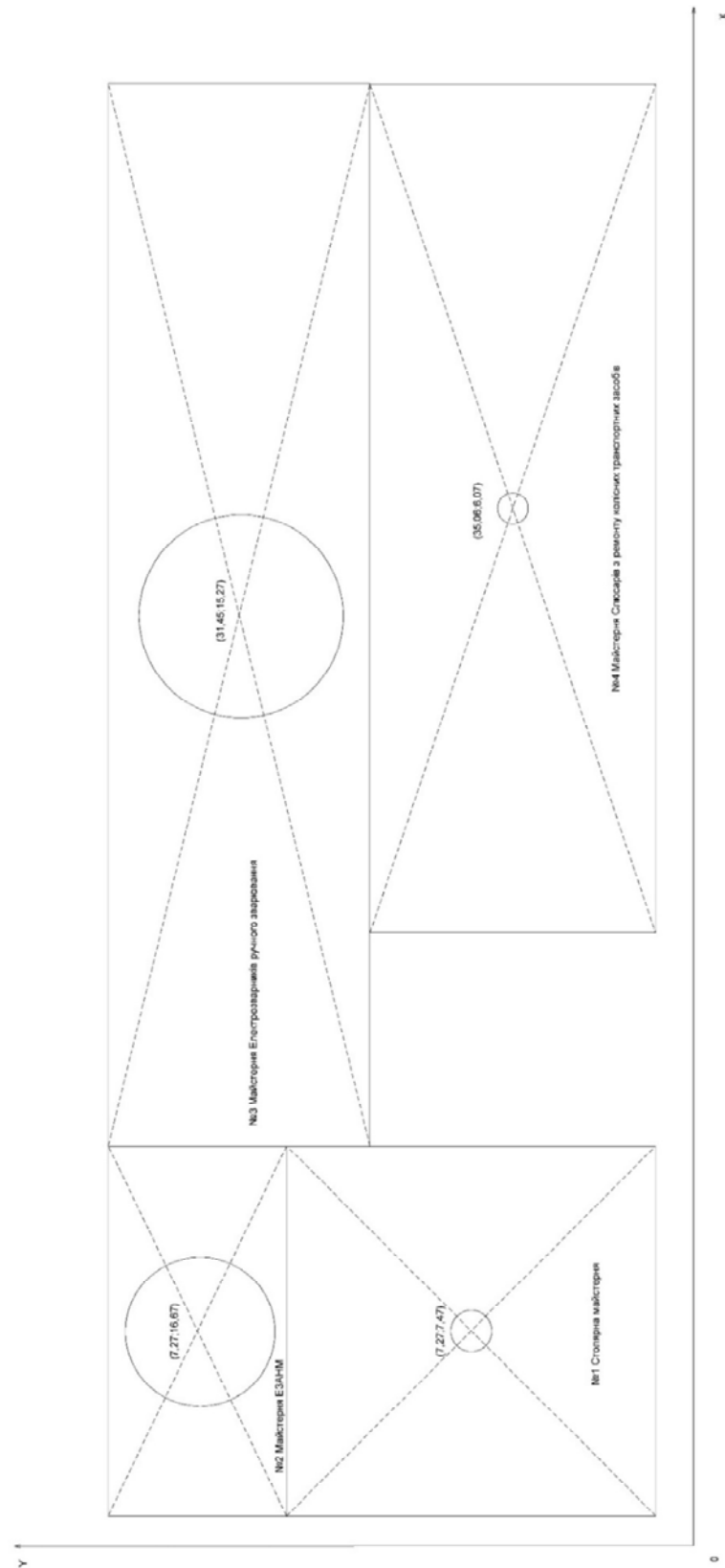
Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями

Графіки навантажень



					<i>MP3.8.141.026 ГР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	Стадия.	Лист	Листов
Разраб.		Воротинцев				Р	63	70
Провер.		Василега				<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
Н. Контр.		Никифоров						
Утверд.		Лебединський						

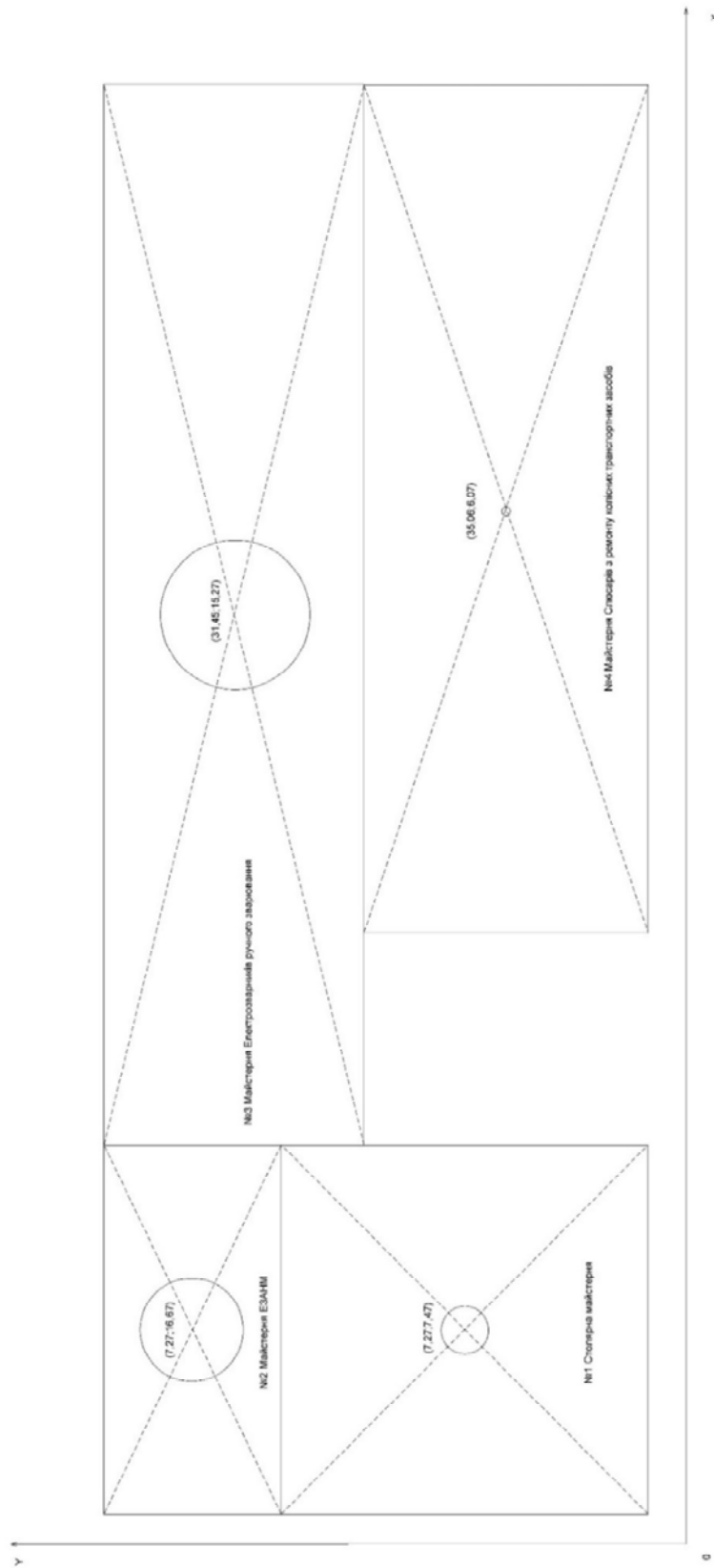
Центри активних навантажень майстерень 1 поверху



MP3.8.141.026 ГР

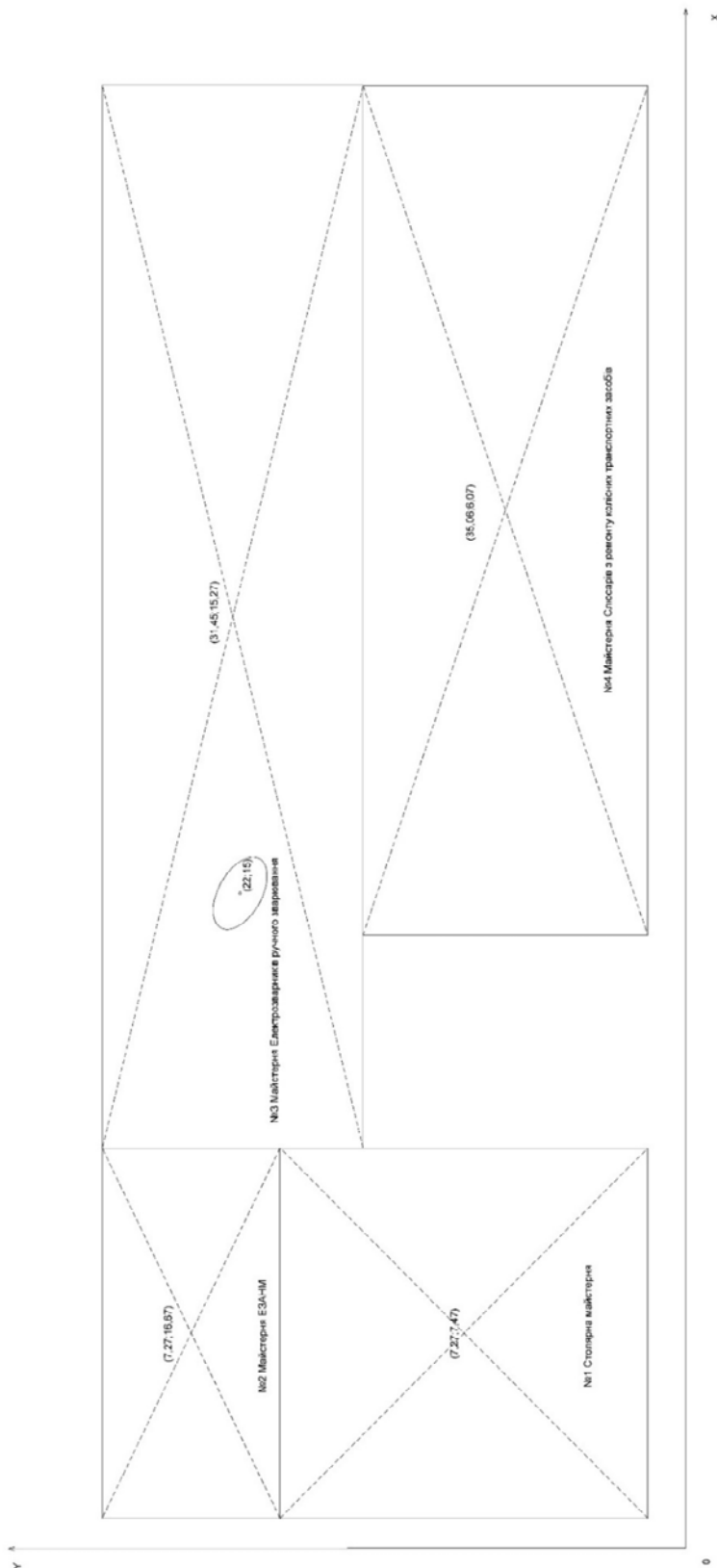
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Воротинцев				Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	Стадия.	Лист	Листов
Провер.	Василега					Р	64	70
Н. Контр.	Никифоров					ЕТ.мдн.91Юк		
Утверд.	Лебединський							

Центри реактивних навантажень майстерень 1 поверху



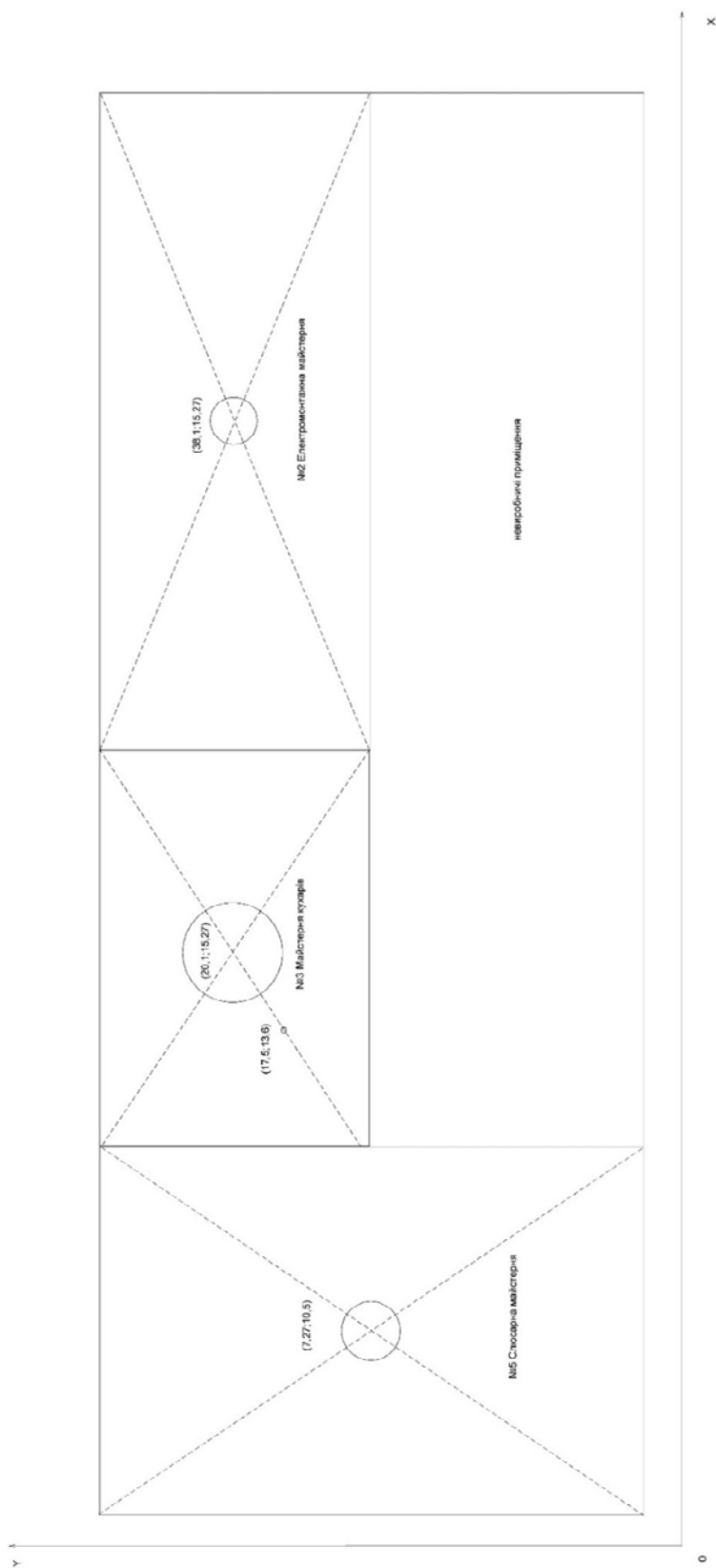
					MP3.8.141.026 ГР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями		
Разраб.	Воротинцев						
Провер.	Василега						
Н. Контр.	Никифоров						
Утверд.	Лебединський				Стадия.	Лист	Листов
					Р	65	70
					ЕТ.мдн.91Юк		

Розсіювання ЦЕН 1 поверху



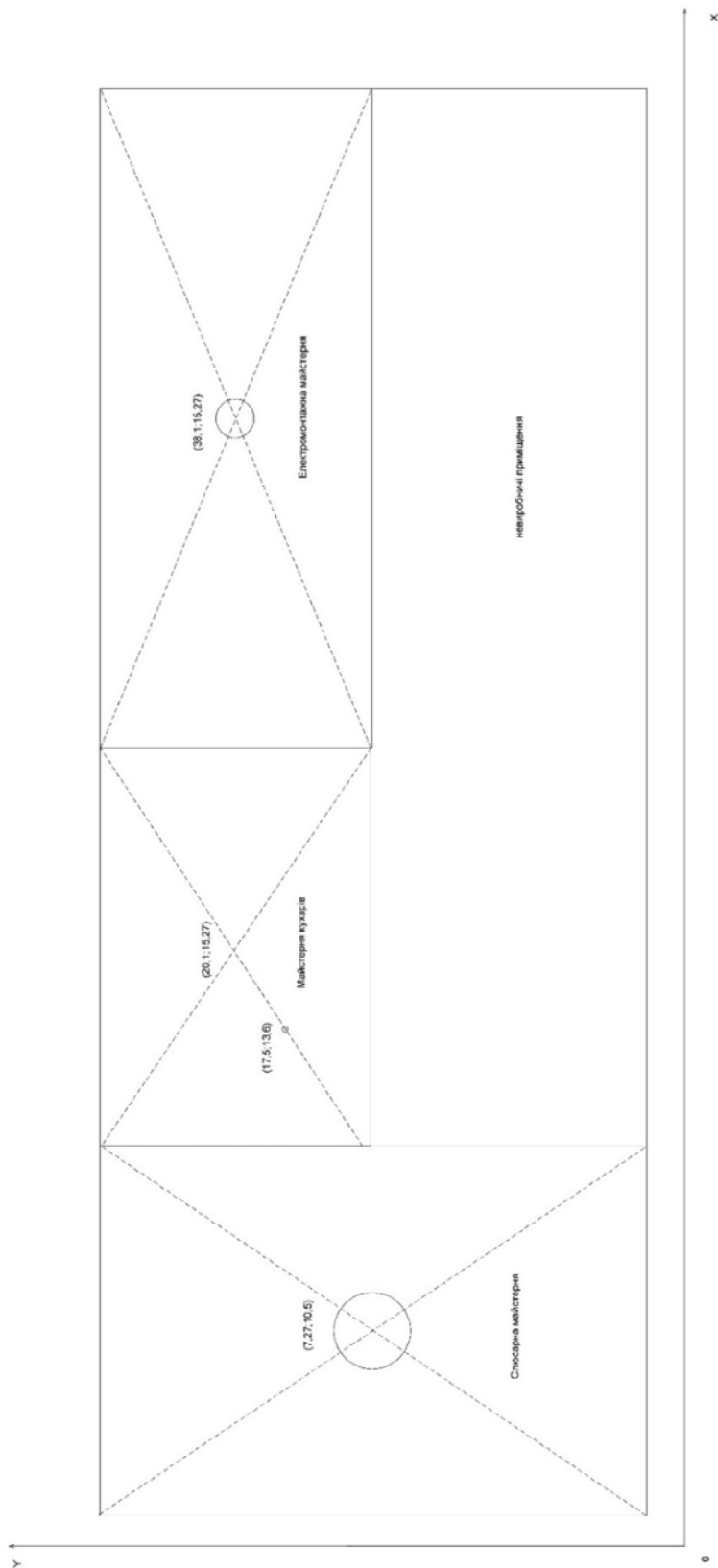
					MP3.8.141.026 ГР		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями		
<i>Разраб.</i>	<i>Воротинцев</i>						
<i>Провер.</i>	<i>Василега</i>						
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Лебединський</i>						
					<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
					Р	66	70
					<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		

Центри активних навантажень майстерень 2 поверху



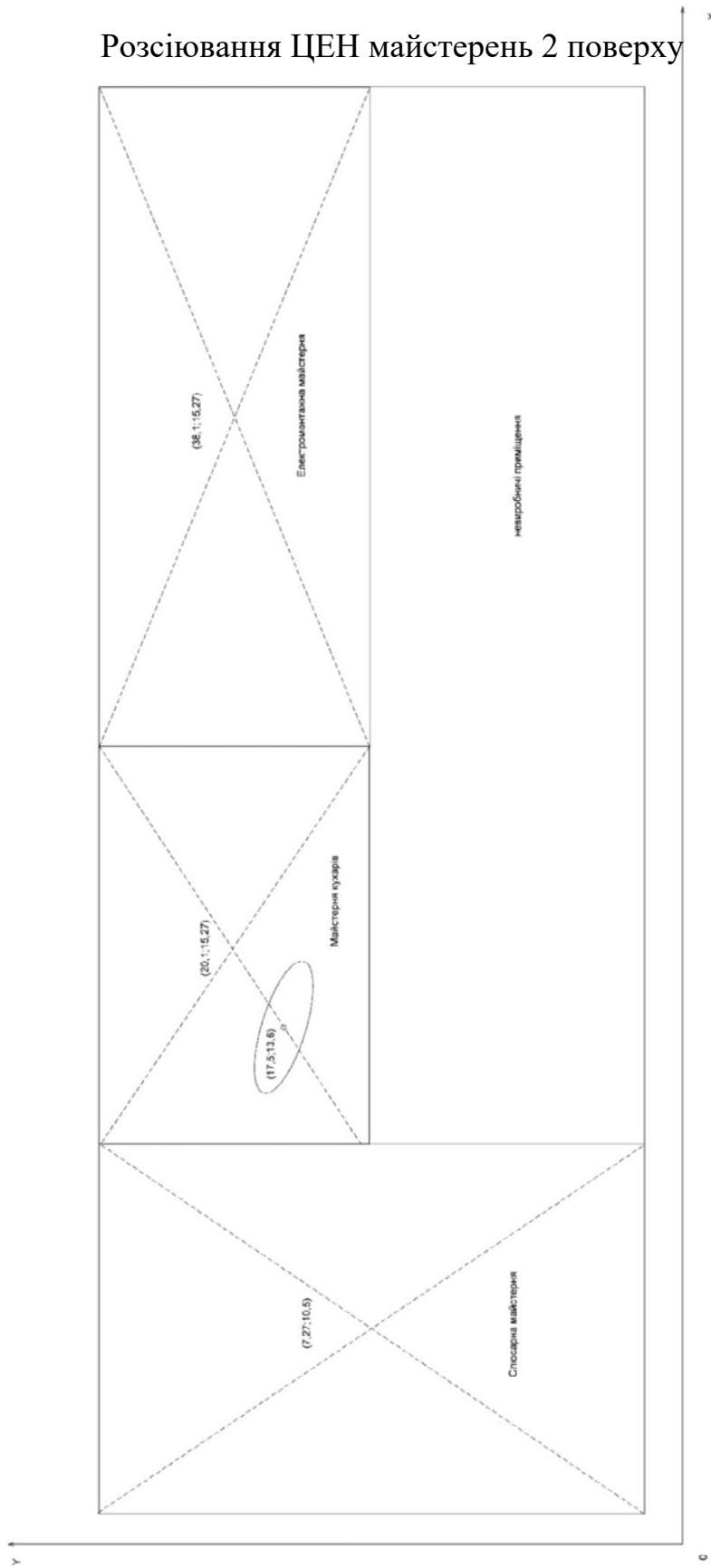
					MP3.8.141.026 ГР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Воротинцев</i>					<i>Р</i>	<i>67</i>	<i>70</i>
<i>Провер.</i>	<i>Василега</i>					<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Никифоров</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Лебединський</i>							

Центри реактивного навантаження майстерень 2 поверху



					MP3.8.141.026 ГР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями	<i>Стадия.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Воротинцев				Р	68	70
Провер.		Василега				ЕТ.мдн.91Юк		
Н. Контр.		Никифоров						
Утверд.		Лебединський						

Розсіювання ЦЕН майстерень 2 поверху



MP3.8.141.026 ГР

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Воротиццев			
Провер.	Василега			
Н. Контр.	Никифоров			
Утверд.	Лебединський			

Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями

Стадия.	Лист	Листов
Р	69	70
ЕТ.мдн.91Юк		



					<i>MP3.8.141.026 ГР</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Проектування та моделювання системи електропостачання будівлі із навчально-виробничими майстернями</i>	<i>Стадія.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Воротинцев</i>				<i>Р</i>	<i>70</i>	<i>70</i>
<i>Провер.</i>		<i>Василега</i>				<i>ЕТ.мдн.91Юк</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Никифоров</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Лебединський</i>						

Список використаної літератури

1. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві.
2. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій".
4. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
6. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств.
7. ДБН В.2.5-28:2006 Природне і штучне освітлення.
8. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
9. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України 5е видання, 2014 793 с.
10. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
11. Електропостачання / П.О. Василега, Сумський державний університет, 2019. - 521 с.