

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ҐЖИЦЬКОГО

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«РОЗРОБЛЕННЯ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ МАЙСТЕРНІ»**

Виконав: студент IV курсу

групи Ен – 42 спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Сепик Любомир

Керівник: _____ Марущак Я.Ю.

Рецензент: _____ Кригуль Р.Є.

ДУБЛЯНИ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Левонюк В. Р.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ ____ ” _____ 2025_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Сенику Любомиру

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи ____ «РОЗРОБЛЕННЯ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ МАЙСТЕРНІ»

керівник роботи ____ д.т.н., професор Марущак
Я.Ю.

(наук.ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НУП 123/к-с від 25.02.25

р. _____

2. Строк подання студентом роботи 13.06.25

р. _____

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ З КОМПАКТНО ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ЛАМПАМИ

РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ ЗІ СВІТЛОДІОДНИМИ ЛАМПАМИ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Висновки

Перелік джерел посилання

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	

4	Городецький І. М., к.т.н., доцент			
---	--------------------------------------	--	--	--

7. Дата видачі завдання 25.02.25 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Виконання аналізу вихідних даних для реконструкції підстанції та обчислення нормальних і аварійних режимів роботи</i>	25.02.2025 – 7.03.2025	
2	<i>Розробка схеми відкритих розподільчих пристроїв підстанції та вибір основного обладнання</i>	10.03.2025 – 14.03.2025	
3	<i>Розробка системи релейного захисту трансформатора на основі мікропроцесорного реле</i>	17.03.2025 – 18.04.2025	
4	<i>Виконання структурно-функціонального аналізу процесу та розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій</i>	21.04.2025 – 2.05.2025	
5	<i>Вивчення питання охорони праці та здійснення техніко-економічної оцінки прийнятих рішень</i>	5.05.2025 – 16.05.2025	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентації</i>	19.05.2025 – 30.05.2025	
7	<i>Завершення роботи в цілому</i>	2.06.2025 – 13.06.2025	

Студент _____ Сепик Любомир

(підпис)

(прізвище та ініціали)

УДК 621.320

Сепик Л.Р. Розроблення мереж електропостачання та електроосвітлення електротехнічної майстерні. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. ГЖИЦЬКОГО, 2025. 46 с. текстової частини, 12 таблиць, 11 рисунків, 15 джерел посилання.

У кваліфікаційній роботі була розрахована мережі електропостачання та електроосвітлення електротехнічної майстерні, а також було розраховане освітлення з використанням різних типів ламп, а саме: компактних люмінесцентних ламп та світлодіодних ламп. Після розрахунків силової мережі для верстатів були вибрані кабелі та ПЗА. Проаналізовано заходи з охорони праці при монтажі та експлуатації пристроїв. Оцінено економічну ефективність запропонованих технічних рішень, визначено очікуваний економічний ефект та строк окупності.

Ключові слова: мережа електроосвітлення, люмінесцентні лампи, мережа електропостачання, світлодіодні лампи

ВСТУП

Сучасний етап розвитку промисловості та техніки вимагає надійного та ефективного функціонування електротехнічних систем на всіх рівнях виробництва. Безперебійне електропостачання є ключовою умовою для забезпечення стабільної роботи будь-якого підприємства, особливо якщо йдеться про електротехнічну майстерню, де щоденно проводиться ремонт, налагодження та випробування електрообладнання. У зв'язку з цим проектування систем електропостачання та внутрішнього електроосвітлення є важливим завданням, яке потребує глибоких технічних знань, досвіду та врахування сучасних нормативних вимог.

Дана робота присвячена комплексному вирішенню питань організації живлення електротехнічної майстерні, розробці проекту внутрішньої мережі електропостачання та освітлення з урахуванням специфіки діяльності об'єкта. Враховано вимоги до безпеки експлуатації обладнання, енергоефективності систем, а також економічної доцільності запропонованих технічних рішень. Особливу увагу приділено вибору обладнання, типів електропроводки, методам заземлення, а також організації освітлення робочих зон відповідно до санітарно-гігієнічних норм.

Проект спрямований на створення надійної, зручної в обслуговуванні та безпечної енергосистеми, яка забезпечить ефективне функціонування майстерні в різних режимах роботи. У результаті реалізації таких рішень підвищується загальна продуктивність і безпека праці, зменшуються втрати електроенергії, а також оптимізуються експлуатаційні витрати.

Мета роботи: розроблення мереж електропостачання та електроосвітлення електротехнічної майстерні.

Актуальність роботи: військові дії та нестача електроенергії в Україні стимулює до використання енергоефективних електричних джерел світла.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Електротехнічна майстерня, що закріплена за кафедрою електротехнічних систем (ЕТС), розташована у приміщенні №7 на першому поверсі корпусу механіки та енергетики Львівського національного аграрного університету. Основною функцією цього приміщення є проведення лабораторних занять для студентів спеціальностей електротехнічного профілю, а також виконання ремонтних та обслуговуючих робіт електрообладнання, яке використовується як у навчальному процесі, так і в господарських потребах закладу.

Майстерня займає одне приміщення загальною площею 98 квадратних метрів. В її межах розміщене основне технологічне обладнання, яке забезпечує виконання практичних завдань: заточувальний верстат потужністю 0,25 кВт, апарат для електрозварювання номінальною потужністю 10 кВт, свердлильний верстат з потужністю електропривода 1,1 кВт, токарний верстат на 0,5 кВт, а також фрезерний верстат, що споживає 0,15 кВт.

Усі ці пристрої формують навантаження на електричну мережу майстерні, що потребує ретельного аналізу при проектуванні електропостачання та освітлення.

Таблиця 1.1 - Обладнання та їх потужності які знаходяться в майстерні

№	Верстат	Потужність Р, кВт
1	Точильний	0.25
2	Зварювальний	10
3	Свердлильний	1.1
4	Токарний	0.5
5	Фрезерний	0.15



Рисунок 1.1.- Точильный аппарат.



Рисунок 1.2 - Свердильный верстат.



Рисунок 1.3 - Фрезерный верстат.



Рисунок 1.4 - Токарный верстат.



Рисунок 1.5 - Зварювальний апарат.

2 РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Типи силових електромереж

Силові електромережі — це сукупність елементів, які забезпечують передачу й розподіл електроенергії від джерел живлення до безпосередніх споживачів. Вони є основною складовою електроенергетичних систем як у масштабах підприємства, так і в загальнодержавному контексті. Ефективне функціонування будь-якого промислового чи навчального об'єкта, зокрема електротехнічної майстерні, неможливе без правильно спроектованої та надійної силової мережі.

Електромережі класифікують за рядом ознак: рівнем напруги, видом струму, структурною побудовою, способом прокладання та типом нейтралі.

1. Класифікація за рівнем напруги

Низьковольтні мережі (до 1 кВ) — найчастіше застосовуються в побуті та на підприємствах для живлення робочого електрообладнання. Стандартна напруга для трифазної мережі — 380 В, для однофазної — 220 В.

Середньої напруги (від 1 до 35 кВ) — використовуються для живлення великих промислових споживачів та міжрайонного енергозабезпечення.

Високовольтні мережі (понад 35 кВ) — слугують для передачі електроенергії на великі відстані та з'єднання між підстанціями.

2. Класифікація за родом струму

Змінного струму — домінуючий у сучасних енергосистемах. Має переваги в передачі на далекі відстані завдяки можливості трансформації напруги.

Постійного струму — застосовується в специфічних умовах: для транспорту, в системах накопичення енергії, у телекомунікаціях тощо.

3. Типи електричних мереж за схемою побудови

Радіальні мережі — мають просту структуру, коли кожен споживач підключений до джерела живлення через окрему лінію. Основна перевага — мінімальні витрати на монтаж. Недолік — низька надійність: при аварії на лінії споживач повністю відключається.

Кільцеві мережі — з'єднують споживачів кільцем, що дозволяє організувати резервне живлення. Перевага — висока надійність, проте більша складність і вартість.

Сітчасті мережі — більш складні варіанти з кількома резервними джерелами та маршрутами подачі живлення. Використовуються на великих об'єктах, де допустити зупинку енергоживлення неприпустимо.

4. Типи мереж за способом прокладання

Повітряні лінії електропередачі (ПЛ) — дешеві, легкі в монтажі, зручні в обслуговуванні. Недоліки — схильність до впливу атмосферних явищ, вразливість до механічних пошкоджень, обмежена довговічність.

Кабельні мережі — кабелі прокладають під землею, у лотках, трубах або каналах. Переваги — висока надійність, захищеність, менший вплив

зовнішнього середовища. Недоліки — дорожчі в реалізації та складніші в ремонті.

У виробничих та навчальних приміщеннях, таких як електротехнічна майстерня, найчастіше застосовують кабельні радіальні мережі низької напруги. Їх обирають через простоту обслуговування, невеликі відстані між обладнанням і джерелом живлення, а також через вимоги до безпеки та надійності.

5. Типи нейтралі в мережах

Ізольована нейтраль — не заземлена, що дозволяє мережі продовжити роботу після однофазного замикання на землю. Проте вимагає складної системи контролю ізоляції.

Глухозаземлена нейтраль — забезпечує високу надійність захисного відключення, простіша в реалізації. Широко використовується у мережах до 1 кВ.

Заземлення через опір — компромісний варіант, який обмежує струм замикання, підвищуючи електробезпеку.

У підсумку, вибір типу силової мережі залежить від характеру навантажень, вимог до надійності живлення, технічних умов прокладання та бюджету проєкту. Для електротехнічної майстерні доцільним є застосування радіальної мережі з прокладанням кабелів у сталевих трубах — це дозволяє забезпечити захист від механічних пошкоджень, відповідність вимогам електробезпеки та достатній рівень експлуатаційної надійності для лабораторного і виробничого обладнання.

2.1 Вибір пуско - захисного обладнання та розподільних пристроїв

Вибір електротехнічних апаратів здійснюється на основі низки параметрів, серед яких: номінальна напруга, тип і значення струму, кліматичне виконання, рівень захисту від зовнішніх впливів, відповідність вимогам

конкретного технологічного процесу, а також інші технічні характеристики, що визначають ефективність та безпеку їх експлуатації в заданих умовах.

Таблиця 2.1 - Паспортні дані електродвигунів

№ п/п	Марка двигуна	P, кВт	η, %	cosφ	K _i	U, В
1	АИР71 А8	0.25	55	0.65	4	220
2	АИР71 В2	1.1	78	0.8	6	220
3	АИР71 А8	0.15	86.5	0.65	4	220
4	АИРЕ71 А2	0.5	71	0.71	5	220
5	Зварювальний трансформатор	10	70	0.7	-	220

Розміщення верстатів зображено на рисунку 2.1.

Визначаємо номінальний робочий струм електродвигуна:

$$I_{\text{н}} = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}, \text{А} \quad (2.1)$$

де U – напруга живлення двигуна, В

P – потужність двигуна, Вт

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності.

$$I_{\text{н}} = \frac{250}{220 \cdot 0.65} = 1.748, \text{А}$$

Визначаємо пускові струми електродвигунів за формулою:

$$I_{\text{п}} = I_{\text{н}} \cdot K_{\text{i}}, \text{А} \quad (2.2)$$

де $I_{\text{н}}$ - номінальний робочий струм двигуна, А

K_{i} – кратність пускового струму.

$$I_{\Pi} = 1.748 \cdot 4 = 6.993, \text{ A}$$

Вибираємо автоматичний вимикач QF1 за умовами:

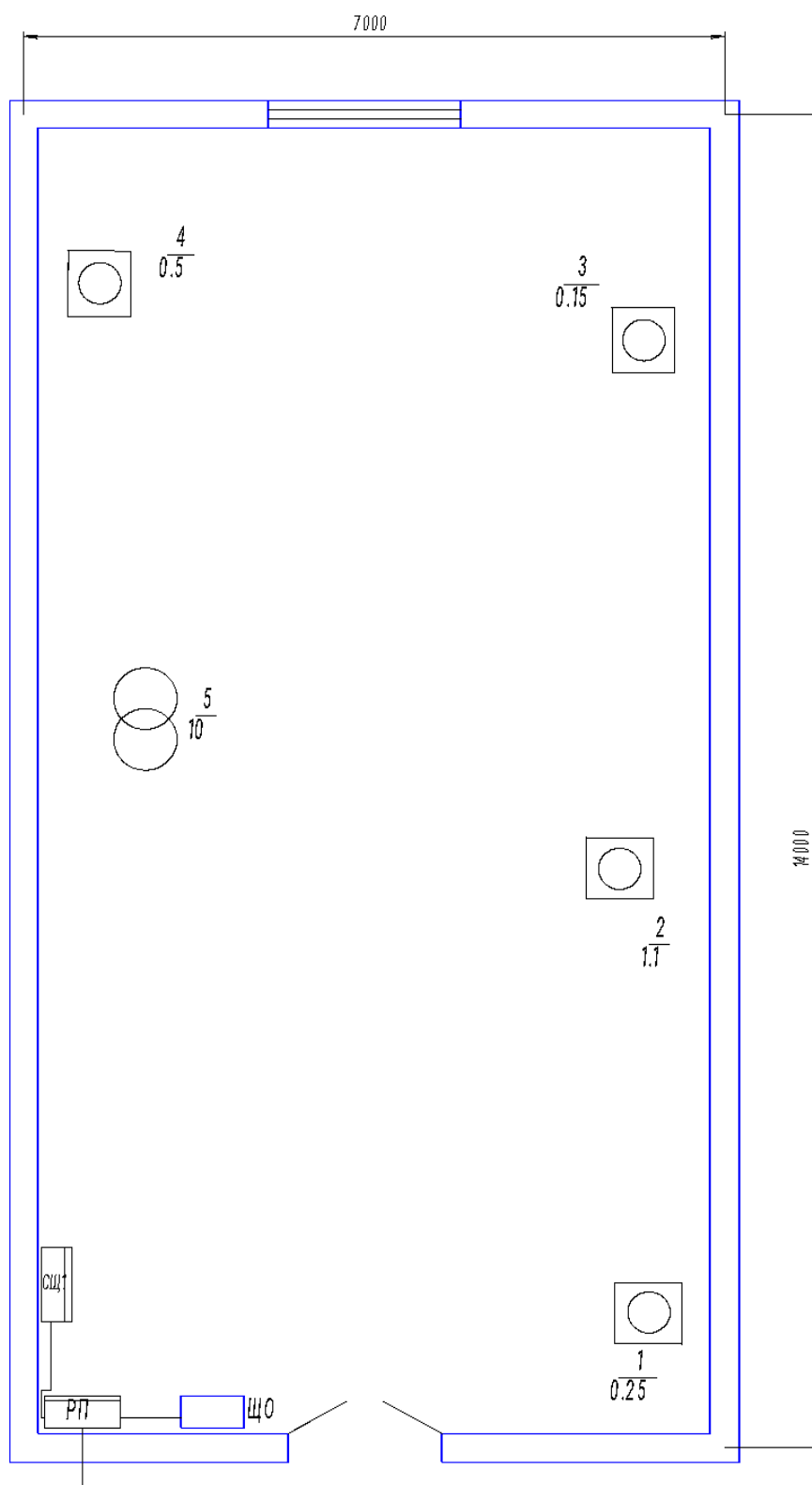


Рисунок 2.1 - Схема розміщення обладнання в майстерні

$$U_{a.ном} \geq U_{мер} \quad (2.3)$$

$$I_{a.ном} \geq I_n \quad (2.4)$$

$$I_{р.ном} \geq I_n \quad (2.5)$$

Відповідно приведених умов вибираємо автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2010-2:

$$220 = 220 \text{ В}$$

$$6000 > 1.748 \text{ А}$$

$$2 > 1.748 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок не спрацювання теплового розчіплювача за формулою:

$$n = \frac{I_n}{I_{р.ном}} \quad (2.6)$$

$$n = \frac{1.748}{6} = 0.291$$

Вибираємо електромагнітний пускач КМ1 за умовами:

$$U_{п.ном} \geq U_{мер} \quad (2.7)$$

$$I_{р.ном} \geq I_n \quad (2.8)$$

$$I_{р.ном} \geq \frac{I_n}{6} \quad (2.9)$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ1 – 0.9

$$220=220 \text{ В}$$

$$9 > 1.748 \text{ А}$$

$$9 > 2.039 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле за умовами:

$$U_{р.ном} \geq U_{мер} \quad (2.9)$$

$$I_{р.ном} \geq I_n \quad (2.10)$$

$$I_{н.б} \geq I_{н.дв} \quad (2.11)$$

Вибираємо електротеплове реле РТ-1310 ($I_n=1.6...2.5 \text{ А}$)

Аналогічно вибираємо інше пуско-захисне обладнання та заносимо його у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Пуско-захисне обладнання для двигунів.

Марки обладнання	Р, кВт	I _н , А	Марки електро магнітн их пускатрів	I _н , А	Марки автоматичних вимикачів	I _н . а., А	I _н . р., А	Ма рки еле ктр одв игу нів	Марки електро теплови х реле	I _н , А	I _{max} , А
АИР71 А8	0.25	1.748	ПМ1 – 0.9	9	УкрЕМ ВА-2001	6	2		РТ-1307	1.6...2.5	25
АИР71 В2	1.1	6.25					10			7...10	
АИР71 А8	0.15	1.049					10			7...10	
АИРЕ71 А2	0.5	3.201					4			2.5...4	
СТШ-500	10	40			ВА51-29-32	48	48			45	

2.2 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

Типи проводів: основи вибору, переваги та недоліки

Правильний вибір типу провідника — одна з ключових умов безпечного, ефективного та довговічного функціонування електричних мереж у будь-якому приміщенні, зокрема й в електротехнічній майстерні. Проводами називають лінійні елементи, які призначені для передачі електричної енергії від джерел живлення до електроприймачів. Вони відрізняються матеріалом струмопровідної жили, ізоляцією, способом виготовлення, умовами прокладання та експлуатаційними характеристиками.

Основні типи проводів за матеріалом струмопровідної жили:

Мідні проводи — мають вищу електропровідність, кращу гнучкість, триваліший термін експлуатації. Мідь менш схильна до окислення при контактах, отже, з'єднання надійніші. Основний недолік — висока вартість.

Алюмінієві проводи — дешевші, легші за вагою, але мають гірші провідні властивості та схильні до утворення оксидної плівки, яка погіршує контакт. Алюміній є крихкішим, особливо при багаторазовому згинанні.

За кількістю жил проводи поділяють на:

Одножильні — зручно використовувати у відкритій проводці або прокладенні в трубах. Мають більшу жорсткість, що корисно при фіксації маршруту прокладання.

Багатожильні — мають добру гнучкість, зручні для мобільних з'єднань, рухомого обладнання або прокладання в обмеженому просторі. Частіше використовуються для вторинних кіл.

Типи ізоляції проводів:

ПВХ (полівінілхлоридна ізоляція) — найбільш поширений матеріал для побутових та промислових електромереж. Стійкий до вологи, механічного впливу, УФ-випромінювання. Має обмежену термостійкість (до $+70\dots+90^{\circ}\text{C}$).

Гума — еластична, стійка до агресивних середовищ, але схильна до старіння. Застосовується переважно в специфічних умовах (вологі, гарячі середовища).

Термо- та вогнестійкі оболонки — наприклад, із силікону або поліетилену. Використовуються у випадках підвищеної пожежонебезпеки чи високих температур.

Основи вибору проводів:

При виборі типу та марки проводу необхідно враховувати:

Сумарну потужність електроспоживачів — для визначення необхідного перерізу;

Тип навантаження — чи є воно постійним, пусковим, змінним;

Довжину лінії — впливає на падіння напруги;

Умови середовища — вологість, температура, механічний вплив;

Спосіб прокладання — відкритий, в трубах, у стінах, під землею тощо.

Приклади найбільш поширених марок проводів:

ВВГ — мідний кабель з ПВХ ізоляцією, використовується у внутрішніх мережах, має гарну термостійкість, але малу гнучкість.

ПВС — гнучкий кабель з ПВХ ізоляцією, придатний для з'єднання рухомого обладнання, побутових приладів.

АПВ, ПВ1, ПВ3 — алюмінієві та мідні одножильні та багатожильні проводи з ізоляцією для стаціонарної прокладки.

КГ — кабель з гумовою ізоляцією, призначений для мобільного електроінструменту, стійкий до згинання.

Отже, вибір типу проводу повинен базуватись не лише на вартості матеріалу, а й на аналізі експлуатаційних умов і потреб конкретного об'єкта. У випадку електротехнічної майстерні доцільно застосовувати мідні кабелі з термостійкою ізоляцією, прокладені у сталевих трубах для забезпечення захисту від механічних пошкоджень і підвищення електробезпеки. Правильний вибір гарантує надійність, енергоефективність і безперебійну роботу всього електрообладнання.

У сільськогосподарських об'єктах зазвичай використовують кабелі та проводи з алюмінієвими жилами перерізом від 2,5 мм² і більше. Перевагу надають таким способам прокладання електропроводки, які не вимагають використання металевих труб, якщо це не обумовлено особливими умовами навколишнього середовища чи специфікою монтажу. Однак у випадках, коли існує ризик механічного пошкодження ізоляції або провідників, застосування сталевих труб стає доцільним. У даному проекті передбачається прокладка всієї силової електропроводки саме в сталевих трубах з метою підвищення надійності та захисту. Вибір перерізу провідників здійснюється таким чином, щоб їхній допустимий тривалий струм нагріву $I_{\text{доп}}$ був не меншим за розрахунковий робочий струм мережі $I_{\text{макс.р}}$, тобто з урахуванням теплового навантаження.

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{макс.р}} \quad (2.12)$$

Найбільше значення робочого струму для магістральної лінії, до якої підключено декілька електроприймачів, обчислюється за допомогою відповідної формули.

$$I_{\text{макс.р}} = K_o \sum_1^n I_{\text{ном}} \quad (2.13)$$

Провід або кабель, підібраний відповідно до допустимого нагріву, слід обов'язково перевірити на відповідність його перерізу вимогам до апарата захисту. Це робиться для того, щоб переконатися, що перетин жили здатний витримати струм спрацювання захисного пристрою без пошкодження ізоляції чи перевищення допустимого нагріву.

$$I_{\text{доп}} \geq K_z I_z \quad (2.14)$$

де K_z - кратність допустимого струму провідника по відношенню до номінального струму спрацювання захисного апарату, $K_z=1$;

I_z - сила номінального струму або струму спрацювання захисного апарату.

Вибираємо кабель, який буде живити двигун точильного верстата, від мережі ПРП 2х1 з $I = 11\text{A}$

$$I_{\text{макс.р}} = 1 \cdot 1.748 = 1.748 \text{ A}$$

$$I_{\text{доп}} = 1 \cdot 11 = 11 \text{ A}$$

$$11 > 1.748$$

Обраний кабель відповідає вимогам щодо забезпечення живлення всього наявного обладнання. Тому його доцільно застосовувати для підключення всіх трифазних електроприймачів. Для живлення трифазного навантаження приймається кабель типу ПРП з чотирма жилами перерізом 1 мм^2 – ПРП 4х1.

Таблиця 2.3 - Кабелі для живлення верстатів

Верстат	Кабель
Точильний	ПРП 2х1
Свердлильний	ПРП 2х1
Фрезерний	ПРП 2х1
Токарний	ПРП 2х1
Зварювальний	ПРП 2х5

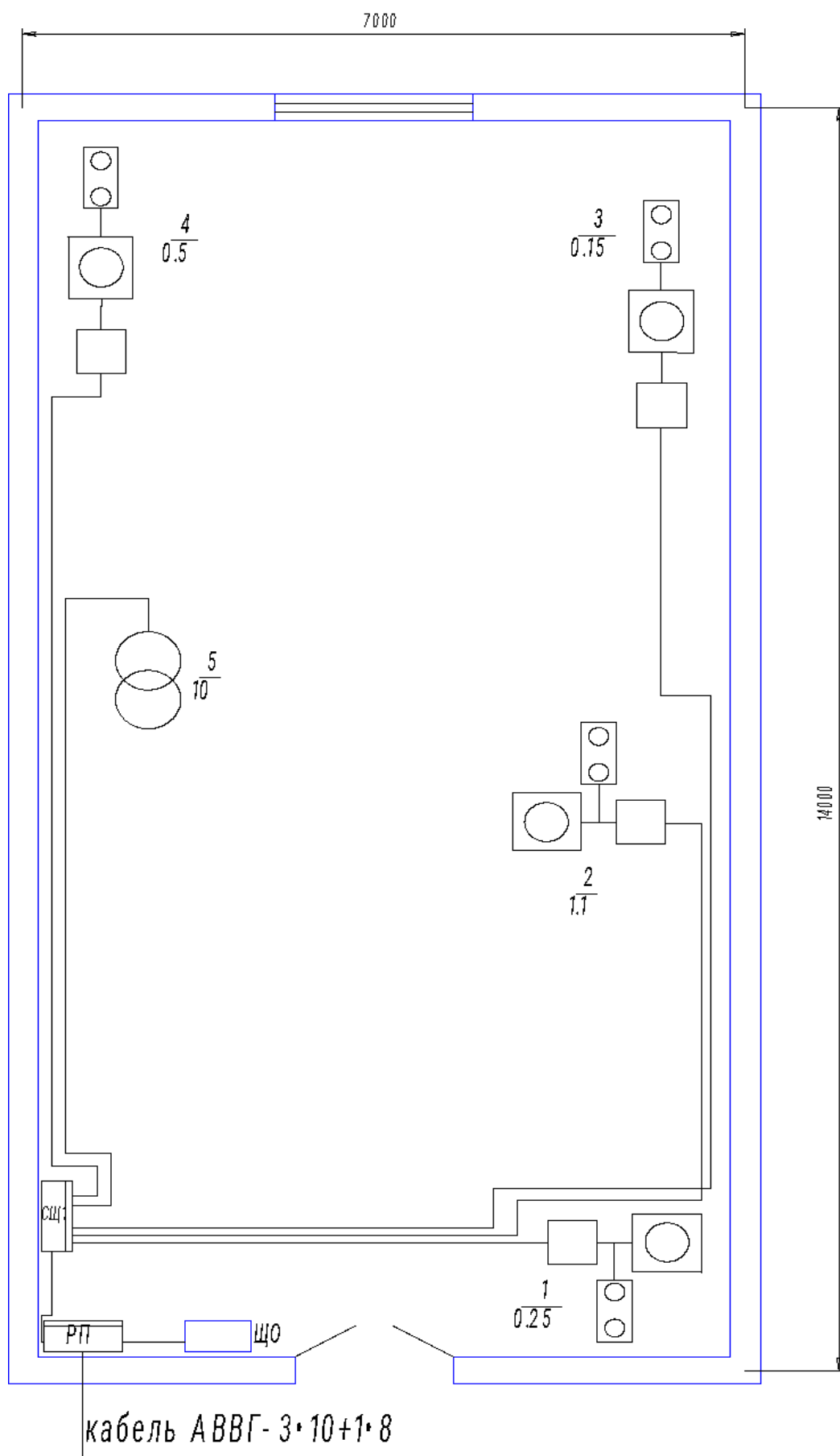


Рис.2.2 Схема прокладання силової проводки.

З РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ З КОМПАКТНО ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ЛАМПАМИ

Компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) сьогодні є одним із найпопулярніших джерел світла, які широко застосовуються як у побутовому, так і у виробничому освітленні. Вони є енергозберігаючою альтернативою традиційним лампам розжарювання, завдяки чому користуються великою популярністю в умовах підвищеної уваги до економії електроенергії та збереження навколишнього середовища.

Компактні люмінесцентні лампи по конструкції є модернізованими люмінесцентними лампами, але мають більш компактний розмір, що дозволяє встановлювати їх у стандартні світильники, призначені для ламп розжарювання. Вони містять скляну трубку, покриту люмінофором, у якій при проходженні електричного струму виникає ультрафіолетове випромінювання, що перетворюється люмінофором у видиме світло. Усередині трубки знаходиться пара ртуті у невеликій кількості та інертний газ.

Існує кілька типів компактних люмінесцентних ламп залежно від форми колби та потужності: спіральні, U-подібні, та трубчасті. Спіральні лампи найбільш розповсюджені через їх компактність і естетичний вигляд. Вибір конкретного типу лампи залежить від сфери застосування, вимог до яскравості, кольорової температури та типу світильника.

Основними параметрами при виборі КЛЛ є потужність, світловий потік (вимірюється в люменах), кольорова температура (від холодного до теплого світла) та індекс кольоропередачі (CRI), що характеризує, наскільки природно виглядають освітлені об'єкти. Наприклад, для офісних або навчальних приміщень рекомендують лампи з нейтральною або холодною кольоровою температурою (від 4000 К і вище), а для житлових приміщень – тепле світло (близько 2700–3000 К), що створює затишну атмосферу.

Серед переваг КЛЛ варто відзначити їх високу енергоефективність, яка приблизно в 3-4 рази краща за лампи розжарювання. Термін служби компактних люмінесцентних ламп значно довший – до 8000–15000 годин, що знижує частоту заміни і обслуговування. Також КЛЛ випромінюють менше тепла, що сприяє зниженню витрат на кондиціювання повітря в приміщеннях.

Проте, незважаючи на численні переваги, компактні люмінесцентні лампи мають і деякі недоліки. По-перше, вони містять ртуть, що робить їх утилізацію більш складною і вимагає дотримання правил поводження з відходами. По-друге, КЛЛ потребують деякого часу для розігріву, перш ніж вони почнуть світитися на повну потужність, що може бути незручно у приміщеннях з частими включеннями і виключеннями світла. Також ці лампи більш чутливі до низьких температур, що обмежує їх використання в умовах сильного холоду без спеціального захисту.

Крім того, при виборі компактних люмінесцентних ламп слід звертати увагу на якість виробу, адже дешеві лампи можуть мати знижений ресурс роботи, несприятливий спектр світла та погану кольоропередачу, що впливає на комфортність освітлення. Важливо обирати лампи відомих виробників і з відповідними сертифікатами якості.

Отже, компактні люмінесцентні лампи – це ефективне, економічне та довговічне джерело світла, яке оптимально підходить для освітлення виробничих, адміністративних та житлових приміщень. Застосування КЛЛ дозволяє значно знизити витрати на електроенергію та обслуговування освітлювальних систем, одночасно підвищуючи якість світла у робочому середовищі. При правильному виборі і монтажі ці лампи можуть служити надійним і екологічним рішенням у багатьох сферах освітлення.

3.1 Розрахунок освітлювальних установок

Визначаємо висоту підвісу світильника за розрахунковою формулою.

$$H_p = H - (h_z + h_p), \text{ м} \quad (3.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_3 – висота звисання світильників, м (приймаємо 0.3м);

h_p – висота робочої поверхні над рівнем підлоги, м (приймаємо 1.1м).

$$H_p = 3.5 - (0.3 + 1) = 2.2 \text{ м.}$$

Далі вибираємо світильник НСП-20-500-102 з кривою сили світла (КСС) - «Г».

Відстань між сусідніми світильниками обчислюємо за відповідною формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p \text{ м,} \quad (3.2)$$

де λ - найвигідніша відносна відстань між світильниками (додаток 1);

H_p - розрахункова висота підвісу світильника, м.

$$L = 1.1 \cdot 2.2 = 2.42 \text{ м.}$$

Число рядів світильників визначаємо за формулою:

$$R = \frac{B-2 \cdot l}{L} + 1, \quad (3.3)$$

де B – ширина приміщення, м;

l – відстань від крайніх світильників до стін (приймається $(0,3-0,5)L$), м.

$$l = 0.3 \cdot 2.42 = 0.726 \text{ м,}$$

$$R = \frac{7-2 \cdot 0.726}{2.42} + 1 = 3.293.$$

Приймаємо, що кількість рядів світильників дорівнює трьом, після чого розраховуємо кількість світильників у кожному ряду за формулою:

$$N_R = \frac{A-2 \cdot l}{L} + 1, \quad (3.4)$$

де A – довжина приміщення, м.

$$N_R = \frac{14 - 2 \cdot 0.726}{2.42} + 1 = 6.185,$$

Вибираємо число світильників у ряду рівним шести. На основі цього визначаємо фактичні відстані між світильниками:

між рядами світильників

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l}{R - 1}, \quad (3.5)$$

$$L_B = \frac{7 - 2 \cdot 0.726}{3.293 - 1} = 2.774 \text{ м},$$

між центрами світильників в ряді

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l}{N_R - 1}, \quad (3.6)$$

$$L_A = \frac{14 - 2 \cdot 0.726}{6.185 - 1} = 2.51 \text{ м}.$$

Загальну кількість світильників отримуємо шляхом множення значень з формул (4.3) та (4.4), що дає відповідне числове значення:

$$N = R \cdot N_R, \quad (3.7)$$

$$N = 3 \cdot 6 = 18.$$

Розрахунковий світловий потік однієї лампи в кожному світильнику визначаємо, застосовуючи відповідну формулу:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{oy}}, \text{ лм} \quad (3.8)$$

де E_n – нормоване значення освітлення для даного приміщення (300), лк;

F – площа освітлення (98), м²;

η_{oy} – коефіцієнт використання світлового потоку (0.76);

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (для КЛЛ приймаємо – 1.1);

K_3 – коефіцієнт запасу (додаток 1, $K_3 = 1.4$).

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1.4 \cdot 98 \cdot 1.1}{18 \cdot 0.76} = 3310 \text{ лм.}$$

індекс приміщення визначається:

$$i_{\text{п}} = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)}, \quad (3.9)$$

$$i_{\text{п}} = \frac{14 \cdot 7}{2.2 \cdot (14 + 7)} = 2.121.$$

За знайденим значенням Φ вибирається лампа найближчої стандартної потужності, значення світлового потоку якої відрізняється від Φ не більше ніж на -10...+20%.

Вибираємо лампу «Tornado High Lumen 220-240V» з такими параметрами:

напруга живлення: $U=220 \text{ В}$;

потужність $P=42 \text{ Вт}$;

світловий потік $\Phi_{\text{л}}=3100 \text{ лм.}$

Визначаємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_{\Phi} = E_{\text{н}} \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi}, \quad (3.10)$$

$$E_{\Phi} = 300 \cdot \frac{3100}{3310} = 280.997 \text{ лк.}$$

Після виконання розрахунків визначаємо відхилення рівня освітленості за допомогою формули:

$$E = \frac{E_{\Phi} - E_H}{E_H} \cdot 100, \quad (3.11)$$

$$E = \frac{280.997 - 300}{300} \cdot 100 = -6.334 \%,$$

з цього слідує, що відхилення є допустимим так як знаходиться в межах +20...-10%.

Обчислюємо встановлену потужність освітлювальної системи, використовуючи відповідну формулу:

$$P_y = P \cdot N, \text{ Вт} \quad (3.12)$$

$$P_y = 42 \cdot 18 = 756 \text{ Вт.}$$

3.2 Вибір пуско-захисної апаратури освітлювальної установки

Розрахунковий струм групи з КЛЛ визнаємо за формулою:

$$I_{\text{гр}} = \frac{P_y}{U}, \text{ А} \quad (3.13)$$

де P_y – розрахункова потужність групи, Вт;

U – фазна напруга групи, В.

$$I_{\text{гр}} = \frac{756}{220} = 3.44 \text{ А.}$$

Номінальні значення струмів для автоматичних вимикачів підбираємо, виходячи з таких критеріїв:

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{розр}},$$

$$I_{\text{у.е}} \geq 1,4 \cdot I_{\text{розр}},$$

Вибираємо автоматичний вимикач освітлювального щитка серії УкрЕМ ВА-2000 з $I_{\text{ном.р}} = 4 \text{ А}$.

3.3 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

Площу поперечного перерізу проводу з якого буде виконуватись електропроводка вибираємо за формулою:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.мак}}, \quad (3.14)$$

де $I_{\text{р.мак}}$ - робочий максимальний струм групи, А.

Для груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ПВ-1 2×1.2 у якого $I_{\text{доп}} = 10 \text{ А}$.

$$10 > 3.44 \text{ А}$$

Умова виконується.

Розрахунок втрати напруги проводимо за формулою:

$$\Delta U = \frac{Pl}{CF}, \quad (3.15)$$

де C – постійна для даного проводу, $C = 12,8$;

F – поперечний переріз проводу, мм^2 ;

l – довжина групи, м.

Визначаємо втрату напруги для груп освітлювального щитка ОП-ЗУХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{0.756 \cdot 45.966}{12,8 \cdot 1.2} = 2.26 \%$$

Так, як втрати напруги не перевищують допустимих 2,5% то провід залишаємо незмінним.

Таблиця 3.1 - Результати вибору ламп, проводів та автоматів

№ групи	Освіт. щиток	К-ть ламп	Пот. лампи, Вт	Марка та переріз провода	Автомат. вимикач
1	ЩО8505-1318	18	42	ПВ-1 2х1.2	УкрЕМ ВА-2000 4А

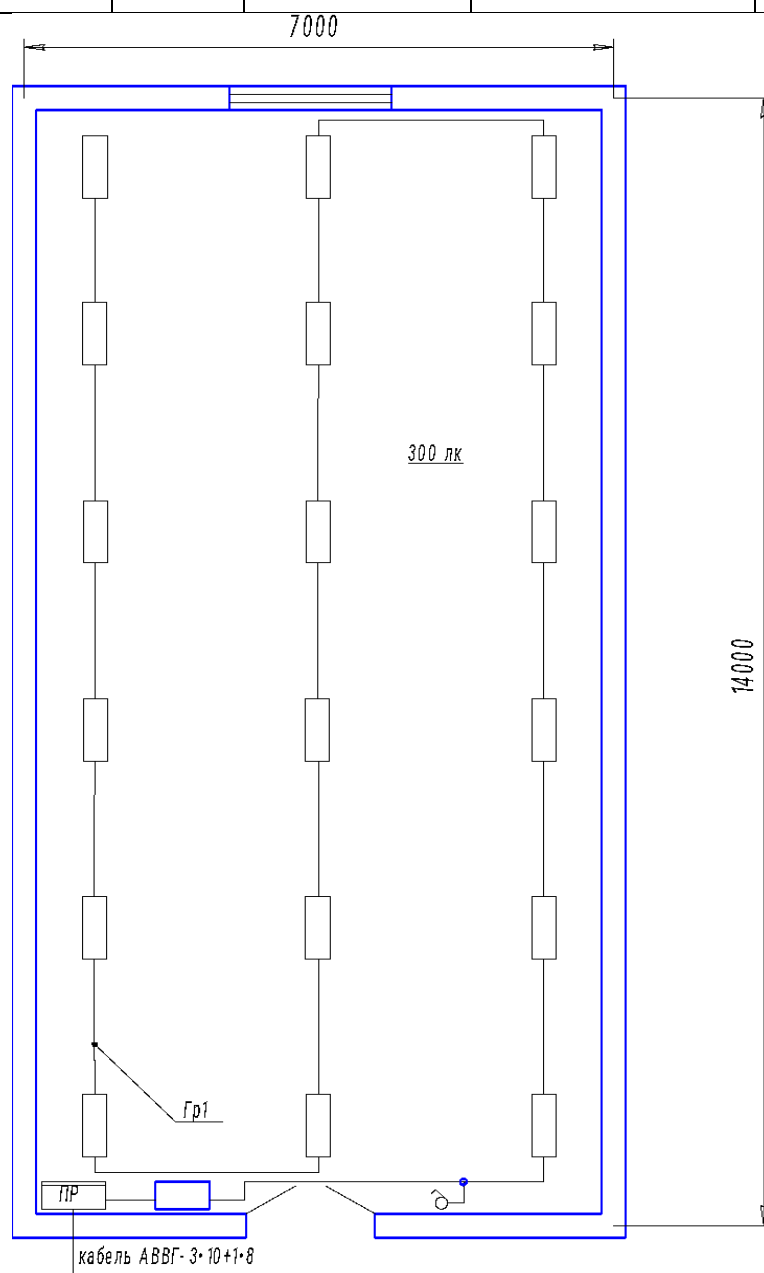


Рисунок 3.1 - Схема освітлення приміщення з використанням КЛЛ

4 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ ЗІ СВІТЛОДІОДНИМИ ЛАМПАМИ

Світлодіодні лампи (LED-лампи) — це сучасне джерело світла, в якому використовується світлодіод (або кілька) як джерело випромінювання. Світлодіоди є напівпровідниковими приладами, які випромінюють світло під час проходження через них електричного струму. Завдяки своїм численним перевагам, LED-лампи набули широкого поширення в побутовому, промисловому, офісному, вуличному та спеціалізованому освітленні.

Переваги світлодіодних ламп:

1. Енергоефективність. Світлодіодні лампи споживають у 6–8 разів менше електроенергії, ніж традиційні лампи розжарювання, забезпечуючи при цьому таку ж або навіть вищу яскравість.
 2. Довговічність. Термін служби якісних LED-ламп складає 25 000–50 000 годин, що в кілька разів перевищує ресурс люмінесцентних або галогенових ламп.
 3. Низьке тепловиділення. На відміну від ламп розжарювання, світлодіоди майже не нагріваються, що зменшує ризик пожеж і дозволяє встановлювати їх у місцях із підвищеними вимогами до безпеки.
- Миттєвий старт. Світлодіоди починають світити на повну потужність одразу після ввімкнення, без розігріву.
4. Екологічність. LED-лампи не містять ртуті та інших шкідливих речовин, як люмінесцентні лампи, і повністю піддаються утилізації.
 5. Стійкість до механічних впливів. Завдяки компактній конструкції й відсутності скляної колби, світлодіодні лампи є менш вразливими до ударів та вібрацій.

Недоліки світлодіодних ламп:

1. Вища початкова вартість. Хоча вартість LED-ламп поступово знижується, їхня ціна все ще вища за традиційні лампи. Проте ці витрати окупаються завдяки економії електроенергії.
 2. Якість дешевих виробів. Низькоякісні світлодіоди швидко втрачають яскравість, мерехтять або перегріваються, що знижує комфорт і скорочує термін експлуатації.
 3. Обмеження по температурному режиму. Деякі світлодіоди можуть не працювати стабільно в умовах екстремально високих або низьких температур, якщо вони не мають належного тепловідведення.
- Види світлодіодних ламп:

- Лампи загального призначення (A60, A65 тощо) — замінюють лампи розжарювання у звичайних світильниках.
- Точкові лампи (GU10, MR16) — застосовуються у точковому освітленні, для підсвітки.
- Світлодіодні трубки (T8, T5) — альтернатива люмінесцентним лампам у офісах, виробничих приміщеннях.
- Філаментні LED-лампи — імітують вигляд класичних ламп розжарювання, але з високою енергоефективністю.
- Лінійні й панельні світильники — використовуються для освітлення великих площ (цехи, склади).

Критерії вибору світлодіодної лампи:

1. Потужність та світловий потік. Необхідно орієнтуватися на світловий потік (вимірюється в люменах), а не лише на потужність у ватах.
2. Цветова температура. Для створення теплого затишного освітлення обирають лампи з температурою 2700–3000 К, для офісів і виробничих приміщень — 4000–5000 К.
3. Тип цоколя. Має відповідати світильнику (наприклад, E27, E14, GU10).

4. Індекс кольоропередачі (CRI). Чим ближче цей показник до 100, тим природніше передаються кольори предметів.

5. Кут розсіювання. Визначає, як широко розповсюджується світло. Для точкового освітлення — вузький кут, для загального — широкий.

6. Можливість димування. Якщо планується регулювання яскравості, варто обирати лампи з підтримкою димера.

Ураховуючи перелічені характеристики, світлодіодні лампи є оптимальним вибором для освітлення сучасних приміщень різного призначення, зокрема і для електротехнічних майстерень, де важлива економічність, надійність та безпека освітлювального обладнання.

Проводимо обчислення оптимальної висоти монтажу світлодіодних світильників для першого приміщення, використовуючи відповідну формулу.

$$H_p = H - (h_z + h_p), \text{ м} \quad (4.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_z – висота звисання світильників, м (приймаємо 0.4м);

h_p – висота робочої поверхні над рівнем підлоги, м (приймаємо 1.0м).

$$H_p = 3.5 - (0.4 + 1) = 2.1 \text{ м.}$$

Далі вибираємо світильник НСП20-500-102 з кривою сили світла (КСС) - «Г».

Інтервал між розташованими поруч світильниками обчислюється згідно з визначеним розрахунковим виразом:

$$L = \lambda \cdot H_p \text{ м} \quad (4.2)$$

де λ - найвигідніша відносна відстань між світильниками (додаток 1);

H_p - розрахункова висота підвісу світильника, м.

$$L = 0.8 \cdot 2.1 = 1.68 \text{ м}$$

Число рядів світильників визначаємо за формулою:

$$R = \frac{B-2 \cdot l}{L} + 1, \quad (4.3)$$

де B – ширина приміщення, м;

l – відстань від крайніх світильників до стін (приймається $(0,3-0,5)L$), м.

$$l = 0.3 \cdot 2.1 = 0.504 \text{ м}$$

$$R = \frac{7-2 \cdot 0.504}{2.1} + 1 = 4.567.$$

Обираємо кількість рядів освітлення, що дорівнює 4. Далі розраховуємо кількість світильників у кожному ряду за відповідною формулою:

$$N_R = \frac{A-2 \cdot l}{L} + 1, \quad (4.4)$$

де A – довжина приміщення, м.

$$N_R = \frac{14-2 \cdot 0.504}{2.1} + 1 = 8.733.$$

Кількість світильників приймаємо за фіксовану — 8 штук. Після цього уточнюємо фактичні відстані між ними відповідно до обраної конфігурації освітлення та габаритів приміщення:

між рядами світильників

$$L_B = \frac{B-2 \cdot l}{R-1}, \quad (4.5)$$

$$L_B = \frac{7-2 \cdot 0.504}{4-1} = 1.997 \text{ м}$$

між центрами світильників в ряді

$$L_A = \frac{A-2 \cdot l}{N_R-1}, \quad (4.6)$$

$$L_A = \frac{14 - 2 \cdot 0.504}{8 - 1} = 1.856 \text{ м}$$

Загальну кількість світильників отримуємо шляхом множення кількості рядів (розрахунок за формулою 5.3) на кількість світильників у кожному ряду (за формулою 5.4). Результатом цього множення буде повне число світильників, необхідних для рівномірного освітлення приміщення:

$$N = R \cdot N_R, \quad (4.7)$$

$$N = 4 \cdot 8 = 32.$$

Розрахунковий світловий потік однієї лампи в складі кожного світильника визначається за відповідною формулою, яка враховує необхідну освітленість приміщення, площу поверхні, коефіцієнт запасу та кількість ламп. Цей розрахунок дозволяє підібрати лампи з оптимальними світлотехнічними характеристиками, забезпечуючи належний рівень освітлення для конкретних умов експлуатації:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{oy}}, \text{ лм} \quad (4.8)$$

де E_H – нормованне значення освітлення для даного приміщення (300), лк;

F – площа освітлення (98), м²;

η_{oy} – коефіцієнт використання світлового потоку (0.76);

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (для світлодіодних ламп приймаємо – 1.15);

K_3 – коефіцієнт запасу (додаток 2, $K_3 = 1.4$).

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1.4 \cdot 98 \cdot 1.15}{32 \cdot 0.76} = 1946 \text{ лм.}$$

Індекс приміщення визначається:

$$i_{\text{п}} = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)}, \quad (4.9)$$

$$i_{\text{п}} = \frac{14 \cdot 7}{2.1 \cdot (14 + 7)} = 2.222.$$

Відповідно до отриманого значення світлового потоку Φ , здійснюється підбір стандартної лампи, світловий потік якої максимально наближений до розрахованого значення. При цьому допускається відхилення в межах від -10% до +20%. З урахуванням цієї умови, обирається світлодіодна лампа типу «Master LEDtube GA1900», яка відповідає необхідним вимогам за потужністю, світловим потоком і характеристиками енергоефективності:

напруга живлення: $U=220 \text{ В}$;

потужність $P=25 \text{ Вт}$;

світловий потік $\Phi_{\text{л}}=1900 \text{ лм}$.

Визначаємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_{\Phi} = E_{\text{н}} \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi}, \quad (4.10)$$

$$E_{\Phi} = 300 \cdot \frac{1900}{1946} = 292.863 \text{ лк}.$$

Після завершення основних обчислень рівня освітленості у приміщенні, необхідно оцінити точність отриманого результату. Для цього розраховується відхилення фактичної освітленості від нормативної за формулою:

$$E = \frac{E_{\Phi} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (4.11)$$

$$E = \frac{292.863 - 300}{300} \cdot 100 = -2.379 \%,$$

враховуючи попередні обчислення, відхилення розрахованої освітленості знаходиться в межах допустимого діапазону (+20...-10 %), що свідчить про відповідність обраного освітлення нормативним вимогам.

Наступним кроком є визначення установленної (встановленої) потужності освітлювальної установки, яка дозволяє оцінити загальне енергоспоживання освітлення та визначити навантаження на електромережу.

Розрахунок виконується за формулою:

$$P_y = P \cdot N, \text{ Вт} \quad (4.12)$$

$$P_y = 25 \cdot 32 = 800 \text{ Вт.}$$

4.1 Вибір пуско-захисної апаратури освітлювальної установки

Для визначення розрахункового струму групи світлодіодних ламп використовуємо таку формулу:

$$I_{\text{гр}} = \frac{P_y}{U}, \text{ А} \quad (4.13)$$

де P_y – розрахункова потужність групи, Вт;

U – фазна напруга групи, В.

$$I_{\text{гр}} = \frac{800}{220} = 3.63 \text{ А}$$

Номінальні значення струмів автоматичних вимикачів підбираються з урахуванням таких критеріїв:

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{розр}},$$

$$I_{\text{у.е}} \geq 1,4 \cdot I_{\text{розр}}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач освітлювального щитка серії УкрЕМ ВА-2000 з $I_{\text{ном.р}} = 4 \text{ А}$.

4.2 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

Розмір поперечного перерізу провідника, що використовуватиметься для електропроводки, визначається за формулою:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.мак}}, \quad (4.14)$$

де $I_{\text{р.мак}}$ - робочий максимальний струм групи, А.

Для груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ПВ-1 2×1.5 у якого $I_{\text{доп}} = 10 \text{ А}$.

$$10 > 3.63 \text{ А}$$

Умова виконується.

Визначення величини падіння напруги здійснюється за допомогою наступного рівняння:

$$\Delta U = \frac{Pl}{CF}, \quad (4.15)$$

де C – постійна для даного проводу, $C = 12,8$;

F – поперечний переріз проводу, мм^2 ;

l – довжина групи, м.

Обчислюємо величину падіння напруги для групи, підключеної до освітлювального щитка ОП-3УХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{0.4 \cdot 29.978}{12,8 \cdot 1.5} = 0.62 \%$$

$$\Delta U_2 = \frac{0.4 \cdot 31.795}{12,8 \cdot 1.5} = 0.66 \%$$

Таблиця 5.1 - Результати вибору ламп, проводів та автоматів

№ групи	Освіт. щиток	К-ть ламп	Пот. лампи, Вт	Марка та переріз провода	Автомат. вимикач
1	ЩО8505-1318	16	25	ПВ-1 2х1.5	УкрЕМ ВА-2000 4А
2	ЩО8505-1318	16	25	ПВ-1 2х1.5	УкрЕМ ВА-2000 4А

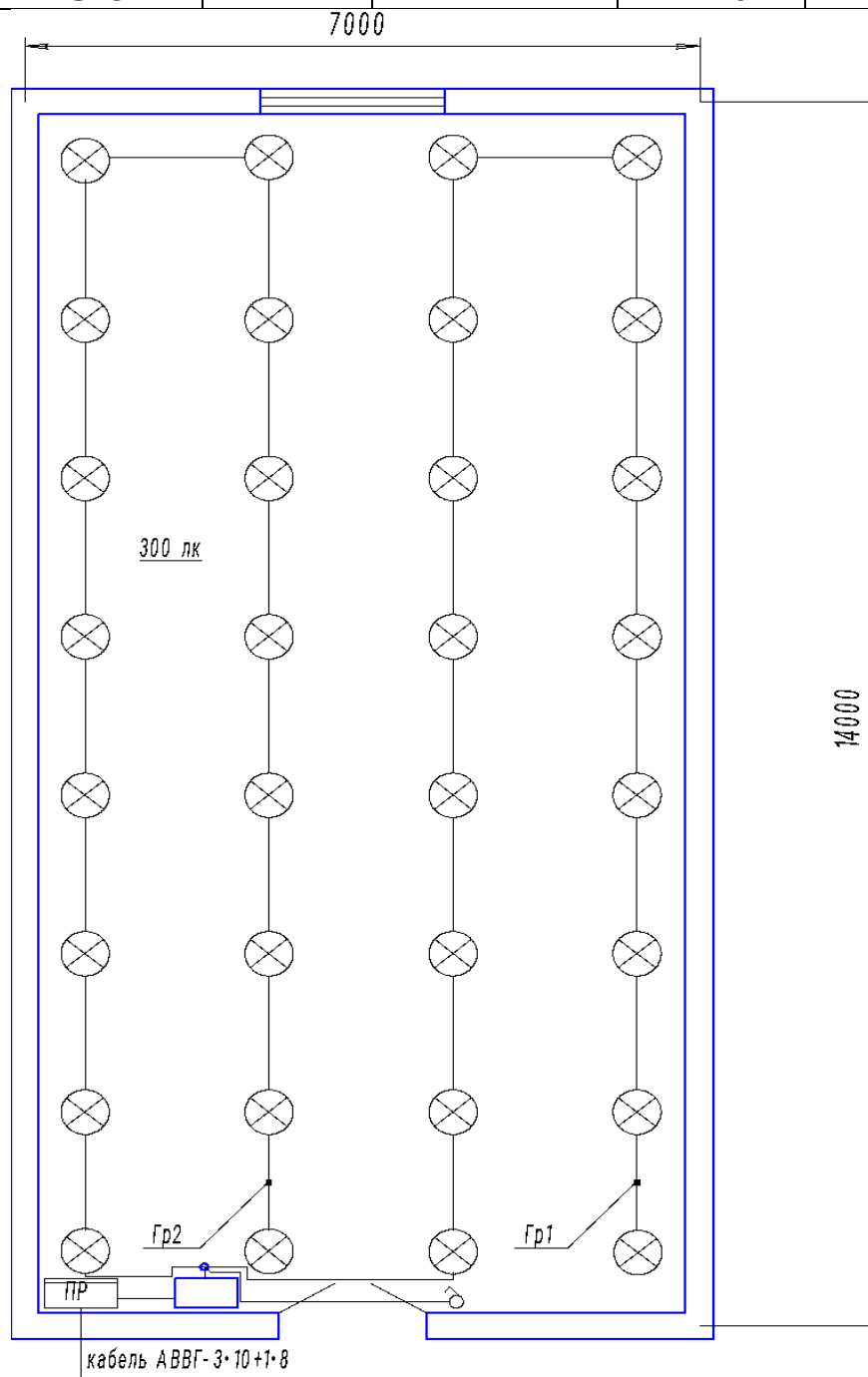


Рисунок 4.2 - Схема освітлення приміщення світлодіодними лампами.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Метою планування заходів з охорони праці є визначення необхідних вкладень у заходи з охорони праці для ефективного впливу на стан охорони праці.

Система планів з охорони праці окремого підприємства може включати:

- перспективне планування (на період, більший одного року) ;
- поточне планування (на рік) ;

оперативне планування (детальні плани, спрямовані на вирішення конкретних питань працезахоронної діяльності на підприємстві в короткостроковому, до одного року, періоді).

Планування в охороні праці може включати:

- визначення цілей діяльності з охорони праці на підприємстві та засобів їх досягнення;
- вибір методів і базових показників, за допомогою яких може здійснюватися оцінка необхідних вкладень в охорону праці;
- розрахунок суми вкладень у заходи з охорони праці та раціональний розподіл цієї суми за напрямками діяльності;
- забезпечення організації контролю виконання плану (при необхідності здійснення коригування запланованих показників) ;
- здійснення постійного контролю умов і безпеки праці на підприємстві та оперативне реагування на відхилення від нормативних вимог.

Перспективне планування вміщує найбільш важливі, трудомісткі і довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-

технічного забезпечення і фінансових витрат з зазначенням джерел фінансування.

До перспективних планів належить комплексний план покращення умов праці і санітарно-оздоровчих заходів, що передбачає створення, відповідно до нормативних актів з охорони праці, умов праці, пов'язаних з перспективними змінами підприємства. Таке планування, як правило, розраховане на термін від 2 до 5 років. Реалізація цих планів забезпечується через річні плани номенклатурних заходів з охорони праці, які вносяться до угоди, що є невід'ємною частиною колективного договору.

Поточні плани передбачають реалізацію заходів із покращення умов праці, створення кращих побутових і соціальних умов на виробництві. Ці плани обов'язково забезпечуються фінансуванням згідно з розробленими кошторисами.

Питання охорони праці можуть віддзеркалюватися в інших поточних планах, які підприємства та організації можуть складати на вимогу трудових колективів:

- план соціального розвитку колективу;
- наукової організації праці;
- механізації важких і ручних робіт;
- охорони праці жінок;
- підготовки підприємства до робіт в осінньо-зимовий період;
- підвищення культури виробництва та ін.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою цього розділу є аналіз і порівняння витрат на експлуатацію різних типів ламп, застосованих у рамках даної роботи.

Таблиця 6.1 - Типи ламп та їхні ціни при відповідних потужностях

Тип лампи	Модель лампи	Потужність, Вт	Кількість, штук	Термін служби, год	Ціна, грн/од.
Жарівки	Лампа розжарювання Іскра 200Вт E27	200	21	1000	24
КЛЛ	Tornado High Lumen 220-240V	42	18	10000	350
Світлодіодні	Світлодіодна лампа Євросвітло 25 Вт 4200 K VIS-25-E27	25	32	25000	125

Для спрощення процесу розрахунків і кращого порівняння, виконаємо обчислення експлуатаційних витрат ламп за умови роботи протягом 50 000 годин.

Розрахунок витрат на купівлю ламп

Визначимо загальну вартість придбання ламп, необхідних для безперервної експлуатації протягом 25 000 годин.

$$C = \frac{\sum(K \cdot M) \cdot S}{T}, \text{ грн}$$

де K – кількість ламп (табл.6.1), шт.;

M – ціна за одиницю лампи (табл.6.1), грн.;

S – термін використання (50000), год;

T – тривалий термін служби (табл.6.1), год.

Для ламп розжарення:

$$C = \frac{21 \cdot 24 \cdot 25000}{1000} = 12600 \text{ грн}$$

Для компактно люмінесцентних ламп:

$$C = \frac{18 \cdot 350 \cdot 25000}{10000} = 15750 \text{ грн}$$

Для світлодіодних ламп:

$$C = \frac{32 \cdot 125 \cdot 25000}{25000} = 4000 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на електроенергію

$$Q = \sum (P \cdot 10^{-3} \cdot K) \cdot S \cdot E, \text{ грн.} \quad (6.2)$$

де P – потужність лампи (табл.6.1), Вт;

E – ціна 1кВт/год. електроенергії ($E = 9$), грн..

Для ламп розжарення:

$$Q = (200 \cdot 10^{-3} \cdot 21) \cdot 25000 \cdot 9 = 945000 \text{ грн}$$

Для компактно люмінесцентних ламп:

$$Q = (42 \cdot 10^{-3} \cdot 18) \cdot 25000 \cdot 9 = 170100 \text{ грн}$$

Для світлодіодних ламп:

$$Q = (25 \cdot 10^{-3} \cdot 32) \cdot 25000 \cdot 9 = 180000 \text{ грн}$$

Загальні витрати на лампи

$$Z = C + Q, \text{ грн.} \quad (6.3)$$

Для ламп розжарення:

$$Z = 12600 + 945000 = 957600 \text{ грн}$$

Для КЛЛ:

$$Z = 15750 + 170100 = 185850 \text{ грн}$$

Для світлодіодних ламп:

$$Z = 4000 + 180000 = 184000 \text{ грн.}$$

Для порівняння даних проведених розрахунків заносимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 - Економічна оцінка

	Лампи розжарення	КЛЛ	Світлодіодні Лампи
Кількість, шт.	21	18	32
Потужність, кВт	4.2	0.756	0.8
Вартість, грн.	12600	15750	4000
Термін служби, год	1000	10000	25000
Витрати на експлуатацію протягом 25000 год, грн	957600	185850	184000
Економічний ефект, грн	-	771750	773600

ВИСНОВКИ

У цій роботі було розроблено сучасну систему електроосвітлення, що включає застосування різних типів ламп: звичайних ламп розжарювання, компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ) та світлодіодних ламп. Для кожного виду освітлювальних приладів були підібрані відповідні кабелі та засоби захисту. Крім того, проведено розрахунок силової мережі та вибір пускорегулювальної апаратури, що забезпечує надійну і безпечну роботу системи.

На основі проведених розрахунків освітлювальної мережі було оцінено ефективність експлуатації різних типів ламп. З економічної точки зору найнижчі витрати на експлуатацію мають світлодіодні лампи — близько 184000 гривень за період роботи в 25 000 годин. Компактні люмінесцентні лампи мають трохи вищі витрати — близько 185850 гривень, що є незначною різницею від світлодіодних ламп. Отже, з погляду економії коштів, в умовах майстерні найбільш вигідним є використання світлодіодні ламп.

Проте світлодіодні лампи мають низку суттєвих переваг, яких немає у компактних люмінесцентних ламп: відсутність шкідливого ультрафіолетового випромінювання, відсутність мерехтіння, яке викликає стробоскопічний ефект, можливість вибору широкої колірної гами, а також високу механічну міцність і довговічність. Завдяки цим перевагам, світлодіодні лампи залишаються дуже ефективним і сучасним рішенням, особливо у порівнянні з традиційними лампами розжарювання, які поступаються за багатьма параметрами.

Список джерел посилання

1. Алексєєв Б.А. Міжнародна конференція по вітроенергетиці / Електричні станції. 1996. №2.
2. Безруких П.П. Економічні проблеми нетрадиційної енергетики / Енергія: Екон., техн., екол. 1995. №8.
3. Богуславский Е.И., Виссарионов В.И., Елистратов В.В., Кузнецов М.В. Умови ефективності і комплексного використання геотермальної сонячної і вітрової енергії // Міжнародний симпозіум "Паливно-енергетичні ресурси ". Київ, 1995.
4. Дьяков А.Ф., Прокурорів Н.С., Перминов Е.М. Калмицька досвідчена вітрова електростанція / Електричні станції 1995. № 2.
5. Логинов В.Б. Новак Ю.И. Високоєфективні вітроенергетичні установки / Проблеми машинобудування й автоматизації. 1995. №1-8.
6. Селезньов И.С. Стан і перспективи робіт МКБ "Веселка" в області вітроенергетики / Конверсія в машинобудуванні. 1995. №5.
7. Соболев Я.Г. "Вітроенергетика" в умовах ринку (1992-1995 р.) / Енергія: Екон., техн. екол. 1995. №11.
8. Ципльонков П. С. Організація і планування електрифікації сільськогосподарського виробництва / П. С. Ципльонков. – К. : Вища школа 1980. – 544 с.
9. Романюк Ю. В. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. В. Романюк. – Івано-Франківськ : Факел, 1997. – 248 с.
10. Саенко, Ю. Л. Реактивна потужність в системах електропостачання і нелінійним навантаженням / Ю. Л. Саенко// Автореф. дис. на здобуття наук, ступеня д-ра техн. наук, спец. 05.09.05 - теоретична електротехніка, НУ «Львівська політехніка», Львів, 2003.– 36 с.
11. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: підручник / М. С. Сегеда. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2007.– 488 с

12. Костін, М. О. Миттєва реактивна потужність у системах електричного транспорту постійною струму / М. О. Костін, О. І. Саблін, О. Г. Шейкіна, А. В. Петров // Гірнича електромеханіка та автоматика : наук.-техн. зб., 2007. – С. 3-8.
13. Щербина О. Енергія для всіх : технічний довідник / О. Щербина – Ужгород, вид-во В. Падяка, 2000. – 200 с.
14. Якимець В. Т. Методичні рекомендації до дипломного проектування для студентів напрямку підготовки “Енергетика та електротехнічні системи в АПК” ОКР ”Бакалавр” / В. Т. Якимець, С. В. Сиротюк. – Львів: Львівський НАУ, 2009. – 40 с.
15. Добровольська Л. Н. Про стан автоматизації компенсувальних установок і перспективи їх оснащення пристроями нового технічного рівня / Л. Н. Добровольська, І. О. Віт, І. П. Сосенко // Промелектро : Пром. електроенергетика та електротехніка. – 2008. – № 4. – С. 26 – 30.