

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: Комп'ютеризована система вимірювання та контролю просторового
положення панелей сонячної електростанції

Виконав студент 2 курсу, групи МТК-1
спеціальності 152 «Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка»

Тарадайнік Олексій Володимирович
(прізвище та ініціали)

Керівник: Подчашинський Юрій
Олександрович д.т.н., професор
зав. кафедри М та ІВТ

(науковий ступінь, вчене звання, посада,
прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н. доцент Ткачук А.П.
зав. каф. АІТ ім. проф. Б.Б. Самойловича

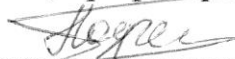
(науковий ступінь, вчене звання, посада,
прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.


« 15 » 04 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Тарадайнік Олексій Володимирович

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система вимірювання та контролю просторового положення панелей сонячної електростанції

Затверджена Наказом по університету від «02» травня 2022 р. № 148/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «10» червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Технічне завдання на проектування; Огляд та аналіз літературних джерел; Розробка структурної та функціональної схеми, обґрунтування вимог до її елементів; Вибір методів та датчиків для вимірювання просторового положення панелей сонячної електростанції, розрахунок точності позиціонування панелей; Розробка принципової електричної схеми з вибором і обґрунтуванням елементної бази та розрахунками окремих вузлів; Конструкторська частина; Розробка алгоритму та програми роботи системи; Оцінка надійності пристрою; Охорона праці;

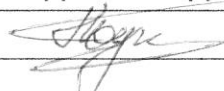
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

Технічне завдання на проектування; Огляд та аналіз літературних джерел; Розробка структурної та функціональної схеми, обґрунтування вимог до її елементів; Вибір методів та датчиків для вимірювання просторового положення панелей сонячної електростанції, розрахунок точності позиціонування панелей; Розробка принципової електричної схеми з вибором і обґрунтуванням елементної бази та розрахунками окремих вузлів; Конструкторська частина; Розробка алгоритму та програми роботи системи; Оцінка надійності пристрою; Охорона праці;

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

Структурна схема комп'ютеризованої системи вимірювань та контролю просторового положення; Схема електрична принципова; Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

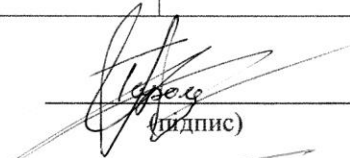
Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-9	Подчашинський Ю.О.		

7. Дата видачі завдання 19 квітня 2022р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ і технічна завдання.	04.04.2022	
2	Опис та аналіз умов, розробка структури	20.04.2022	
3	Розділи 4 та 5	08.05.2022	
4	Конструювання частин, розробка моделі	18.05.2022	
5	Визначення матеріалів, обробки поверхні	27.05.2022	
6	Визначення параметрів, вибір вузлів, і т.д.	05.06.2022	
7	Висновки	08.06.2022	

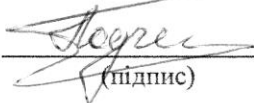
Студент


(підпис)

Тарадайнік О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Подчашинський Ю.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Об'єктом розробки є комп'ютеризована система вимірювання та контролю (КСВК) просторового положення панелей сонячної електростанції

Мета і задачі дослідження. Підвищення точності визначення просторового положення та позиціонування панелей сонячної електростанції та на цій основі підвищення рівня енергетичної ефективності технологічного процесу виробництва електричної енергії у автоматизованій фотоелектричній енергоустановці (АФЕУ). Комп'ютеризована система за рахунок вимірювань та позиціонування панелей забезпечує стеження за Сонцем та максимальну енергетичну ефективність сонячних батарей. Контроль та управління просторовим положенням здійснюється з урахуванням збурюючих впливів, в тому числі вітрового навантаження.

Ключові слова: комп'ютеризована система, вимірювання та контроль просторового положення, сонячна електростанція.

ABSTRACT

The object of development is a computerized system for measuring and monitoring the spatial position of the panels of a solar power plant

The purpose and objectives of the study. Improving the accuracy of determining the spatial position and positioning of solar power plant panels and on this basis increasing the level of energy efficiency of the technological process of electricity production in the automated photovoltaic power plant (APPP). The computer system provides solar tracking and maximum energy efficiency by measuring and positioning the panels. Control and management of spatial position is carried out taking into account perturbing influences, including wind load.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1 Технічне завдання на проектування.....	10
Розділ 2 Огляд та аналіз літературних джерел.....	12
Розділ 3 Розробка структурної та функціональної схеми, обґрунтування вимог до її елементів.....	24
Розділ 4 Вибір методів та датчиків для вимірювання просторового положення панелей сонячної електростанції, розрахунок точності позиціонування панелей.....	46
Розділ 5 Розробка принципової електричної схеми з вибором і обґрунтуванням елементної бази та розрахунками окремих вузлів.....	52
Розділ 6 Конструкторська частина.....	59
Розділ 7 Розробка алгоритму та програми роботи системи.....	71
Розділ 8 Оцінка надійності системи.....	77
Розділ 9 Охорона праці.....	79
Висновок по роботі	92
Список використаної літератури	94
Додатки	98

					МММТ.480003.025-ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система вимірювання та контролю просторового положення панелей сонячної електростанції Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушіє	Арк.
Розроб.		Тарадайнік О.В.		10.06.22			5	101	
Перевір.		Подчашинський		10.06.22					
Рецензент		Михайчук А.І.				Житомирська політехніка			
Н. Контр.						Гр-МТК-1			5
Затверд.		Подчашинський		10.06.22					

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час у зв'язку з багатьма факторами, такими як виснаження енергоресурсів, збільшення їх вартості і загальний негативний вплив традиційної енергетики на навколишнє середовище, все гостріше постає питання про знаходження нових, чистих і поновлюваних джерел енергії. В галузі поновлюваних джерел енергії одним з найбільш перспективних напрямків є сонячна енергетика, так як сонячна енергія загально поширена і невичерпна.

Мета і задачі дослідження. Підвищення точності визначення просторового положення та позиціонування панелей сонячної електростанції та на цій основі підвищення рівня енергетичної ефективності технологічного процесу виробництва електричної енергії у автоматизованій фотоелектричній енергоустановці (АФЕУ). Комп'ютеризована система за рахунок вимірювань та позиціонування панелей забезпечує стеження за Сонцем та максимальну енергетичну ефективність сонячних батарей. Контроль та управління просторовим положенням здійснюється з урахуванням збурюючих впливів, в тому числі вітрового навантаження.

Для реалізації поставленої мети визначені наступні задачі дослідження:

- аналіз конструкцій наземних фотоелектричних енергоустановок, систем комп'ютеризованого управління, електромеханічних виконавчих механізмів, датчиків положення Сонця (ДПС) і формування вимог до комп'ютеризованих систем вимірювання та контролю (КСВК) просторового положення, яка забезпечує стеження за Сонцем з метою підвищення енергетичної ефективності панелей сонячної електростанції;
- аналіз існуючих принципів роботи, датчиків та структурних схем рухомих фотоелектричних систем, КСВК та АФЕУ;

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробка математичної моделі вимірювального каналу одноконтурної слідкуючої системи сонячної фотоелектричної станції та системи управління позиціонуванням за допомогою електроприводу сонячної фотоелектричної станції (СФЕС);

- розробка та обґрунтування структурної, функціональної схем і алгоритмів роботи КСВК з двокоординатними електромеханічними виконавчими механізмами, що забезпечують задану точність позиціонування при мінімізації споживання електричної енергії двокоординатними електромеханічними виконавчими механізмами під час спостереження за Сонцем, при зміні поточної освітленості, випадкового вітрового навантаження;

- дослідження точнісних та енергетичних характеристик КСВК на базі установки АФЕУ-1;

Об'єктом дослідження є комп'ютеризована система вимірювання та контролю (КСВК) просторового положення панелей сонячної електростанції

Предметом дослідження є процеси визначення просторового положення та позиціонування панелей сонячної електростанції та підвищення на цій основі рівня енергетичної ефективності АФЕУ.

Методи дослідження базуються на загальних положеннях метрології, методах вимірювання механічних величин, теорії електричних ланцюгів, теорії комп'ютеризованого управління, обчислювальних методах і використанні сучасних інструментальних систем і методів математичного моделювання. Перевірка основних теоретичних положень здійснювалася шляхом математичного моделювання.

Основні науково-технічні результати роботи:

1. Для підвищення точності визначення просторового положення та позиціонування панелей сонячної електростанції, підвищення рівня енергетичної ефективності технологічного процесу виробництва електричної енергії розроблено КСВК просторового положення панелей сонячної

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електростанції. В КСВК використовується алгоритм стеження з регульованим дискретним кроком переміщення в залежності від вимірної поточної освітленості.

2. Розроблено спосіб і алгоритм управління електромеханічним виконавчим механізмом, який працює в режимі позиціонування, забезпечує мінімізацію споживання енергії на управління за рахунок використання нелінійного обмеження по швидкості і прискоренні.

3. Розроблено функціональну схему і алгоритм визначення просторового положення та стеження за Сонцем, що включає регулятор положення з нелінійною характеристикою зони нечутливості, яка змінюється в залежності від поточної освітленості, і коригує задану траєкторію позиціонування в залежності від похибки стеження, щоб забезпечити підтримку заданої точності стеження при зміні поточної освітленості і зовнішніх впливів випадкового навантаження.

5. Розроблена нова схема позиціонування та управління електроприводом постійного струму.

6. Запропонована математична модель вимірювального каналу одноконтурної слідкуючої системи сонячної фотоелектричної станції зі змінною структурою (СЗС) і датчиком стеження, яка нечутлива до зміни параметрів КСВК.

7. Розроблено проект сонячної електростанції з використанням КСВК та управління поворотним механізмом для збільшення продуктивності енергосистеми.

Практична цінність роботи

1. Розроблено структуру і алгоритми роботи КСВК, що забезпечує задану точність стеження фотоелектричних енергоустановок за Сонцем при мінімізації споживання електричної енергії електромеханічним виконавчим механізмом.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розроблено вимірювальний канал та двокоординатний електромеханічний виконавчий механізм для АФЕУ, що забезпечує стеження за Сонцем по азимуту від 0 градусів до 270 градусів і по куту місця від 0 градусів до 90 градусів з точністю $\pm 0,5^\circ$.

3. Результати теоретичних і експериментальних досліджень можуть бути використані в задачах проектування та оптимізації режимів роботи СФЕС різної потужності

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Підстава для розробки, призначення та галузь застосування сонячна енергетика.

Підставою для розробки є завдання на проектування.

Комп'ютеризована система призначена для вимірювання та контролю просторового положення панелей сонячної електростанції.

Потрібно розробити структурну схему системи і вибрати елементну базу, розробити структурну та електричну принципову схему системи.

Початок розробки - лютий 2022 р.

Кінець розробки - червень 2022 року.

1.2. Умови експлуатації

1.2.1 Температура зовнішнього середовища від 0 до +45 °С.

1.2.2. Відносна вологість не більше 80%.

1.2.3. Атмосферний тиск 600-800 мм. рт. ст.

1.2.4. Хімічно активних речовин немає.

1.2.5. Характер роботи неперервний.

1.2.6. Джерело живлення 220 В.

1.3. Вимоги до технічних характеристик

1.3.1. Режими роботи: автоматичний.

1.3.2. . Параметри контролю – температура і тиск на виході установки.

1.3.3. Потужність двигуна не більше 50 Вт

1.3.4. Максимальний струм споживання електродвигуном становить - 139 мА

1.3.5. Споживча потужність, Вт 50

1.3.6. Відображати отримані значення на індикаторі.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Вимоги до надійності

Система є що відновлюється, не резервується, ремонтпридатною.
Наробіток на відмову складає не менше 35000 годин.

1.5. Вимоги до конструктивного оформлення

Пристрій виконати на стандартній платі і в стандартному корпусі
Розрахувати розміри щита управління за схемою електричною
принциповою

Розробити загальний вигляд щита управління, монтажної панелі та
передньої панелі управління

Розрахувати та вибрати проводи та кабелі

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Після початку використання сонячних батарей для виробництва електроенергії в промислових масштабах інженери і проектувальники стали шукати способи підвищення ефективності таких електростанцій. Загальна дисперсія світла Сонця, яка визначається зміною напрямку падіння сонячних променів на панелі, не дозволяла раціонально використовувати сонячні батареї протягом усього світлового дня. Виходом з такої ситуації стало встановлення сонячних панелей на рухому частину, що з'єднується до системи стеження за траєкторією переміщення Сонця.

Для отримання максимальної потужності від сонячних батарей необхідно, щоб сонячні промені потрапляли на площину батарей перпендикулярно. При такому напрямку променів коефіцієнт корисної дії (ККД) сонячних батарей може досягати 50-55%. Для стаціонарно встановлених батарей цей показник може знижуватися до 10-15% з-за зміни кута падіння сонячних променів.

Освітленість сонячних батарей повинна підтримуватися на оптимальному рівні. Для підтримання цього рівня розроблені різноманітні системи спостереження - від найпростіших аналогових до аналогово-цифрових.

Система стеження за сонцем - це пристрій для орієнтування панелі сонячних батарей або для утримання сонячного відбивача поверненням до Сонця.

Слідкуючі електроприводи або системи управління положенням представляють собою замкнуті електроприводи, керуючі переміщенням і забезпечуючи стабілізацію положення об'єкта регулювання відносно деякої базової системи координат.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому регульована величина (положення об'єкту) з тим або іншим ступенем точності повинна відповідати прикладеному до системи керуючому впливу. Слідкуючі електроприводи можуть забезпечувати як лінійне, так і кутове переміщення регульованого об'єкта. Наприклад, це може бути система наведення сонячної батареї.

Для досягнення максимальної продуктивності робочих поверхонь систем необхідна їх точна орієнтація на Сонце. При цьому завданням пристрою стеження (трекера) є зменшення кута падіння сонця на робочу поверхню сонячних панелей. Положення рухомої частини трекера може змінюватися за допомогою ручного приводу або за допомогою так званих актуаторів - пристроїв, виконаних на електродвигунах.

Таким чином, трекер встановлює кути нахилу робочої поверхні приладів, зорієнтувавши її строго на Сонце. Інакше кажучи, сонячні промені повинні падати перпендикулярно площині сонячної батареї.

Трекери можуть бути реалізовані на основі різних принципів.

Одноосьові трекери мають одну ступінь свободи, яка є віссю обертання. Такі трекери діляться горизонтальні, вертикальні і похилі.

Трекери з горизонтальною віссю. Вісь обертання горизонтально орієнтована по відношенню до землі. Такі пристрої забезпечують високу ефективність протягом весни і літа, коли сонце високо в небі. Жорсткий каркас і простий механізм є основою високої надійності.

Трекери з вертикальною віссю. Вісь обертання вертикально орієнтована по відношенню до землі. Ці трекери обертаються зі сходу на захід протягом дня. Вертикальні одновісні системи обертаються тільки навколо вертикальної осі, панелі на них закріплюються вертикально під фіксованим, регульованим кутом нахилу.

Трекери з однією похилою віссю обертання. Такими вважаються всі трекери з осями обертання між горизонтальною і вертикальною.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Трекери з двома осями обертання мають два ступені свободи, які виступають в якості осей обертання. Як правило, ці осі не пов'язані одна з одною, але працюють разом. Одна вісь фіксується за відношенням до землі. Вона є основною. Інша вісь може розглядатися як вторинна, і навпаки.

За оцінками експертів, ефективність сонячних батарей підвищується до 60% , якщо їх повертати слідом за сонцем з використанням систем спостереження за положенням сонця.

В цілому пристрій стеження за рухом Сонця складається з двох основних частин: схеми управління, яка визначає положення Сонця та механізмів повороту і нахилу батарей в залежності від напрямку сонячних променів.

Загальна схема трекера на фотоелементах наведена на рис. 2.1.

Такий пристрій має два або більше фотодіодів. При русі Сонця освітленість фотодіодів стає різною, пристрій аналізує освітленість і передає керуючі сигнали на актуатори до моменту, коли потік світла на всіх фотоелементах буде однаковий. При цьому, електродвигун повертає сонячну батарею із заходу на схід.



Рисунок 2.1 – Трекер на фотоелементах

Протягом дня платформа з сонячною батареєю буде повертатися слідом за рухом сонця. З настанням сутінків система перейде в режим очікування. Принципові схеми таких пристроїв нескладні та недорогі. Але у них є один істотний недолік: у похмуру погоду і забрудненні фотоприймачів працездатність системи погіршується.

Найпростіша типова схема пристрою стеження за рухом сонця (SolarTracker) наведена на рис. 2.2.

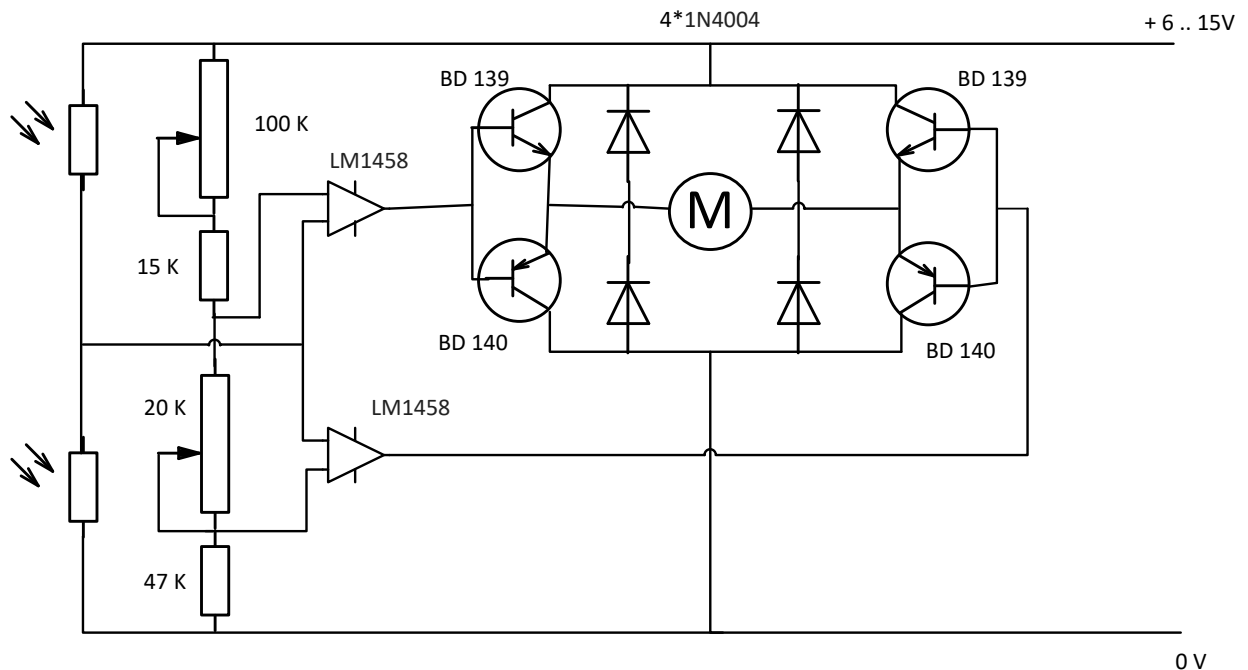


Рисунок 2.2 – Схема пристрою стеження на фоторезисторах

Для визначення позиції Сонця, використовуються два фоторезистори.

В склад схеми трекера входять:

- електричний двигун актуатора М;
- мікросхема операційного підсилювача LM1458 (К140УД20);
- транзистори BD139 (КТ815Г, КТ961А) і BD140 (КТ814Г, КТ626В);
- фоторезистори LDR;
- діоди 1N4004 (КД243Г);
- прості й підстроювальні резистори.

Ідея роботи таких пристроїв заснована на тому, що для правильного позиціонування сонячних панелей, потрібно компенсувати два переміщення Землі:

- добове переміщення, пов'язане з обертання Землі навколо своєї осі;
- річне переміщення, пов'язане з обертання Землі навколо Сонця.

До складу такого пристрою входить таймер. Актуатори починають свою роботу з добовою програмою таймера (при бажанні, і за річною програмою). Але точність орієнтації за допомогою таких пристроїв невелика, так як Сонце протягом року постійно змінює час, місце сходу і заходу, зенітний кут.

Такий спосіб можна вважати найбільш ефективним. За внутрішнім годинником пристрою програма видає інформацію про значення азимута і зенітного кута (рис. 2.3) на блок управління. При цьому обов'язково буде враховуватися місце розташування трекера, тобто такі параметри як широта, довгота і висота над рівнем моря. Після цього розраховується нове (необхідне) положення трекера і проводиться його переорієнтація.

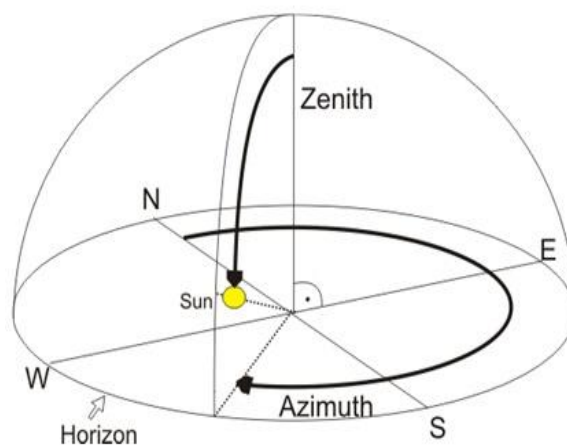


Рисунок 2.3 – Схема визначення положення сонця за азимутом і зенітним кутом

Механізм нахилу дозволяє використовувати такі системи стеження в будь-яких географічних широтах: при встановленні сонячних батарей в

місцевості, яка відповідає 320 градусам північної широти, вісь пристрою повинна бути повернена на 320 градусів по відношенню до горизонту.

Приводи всіх механізмів системи стеження будуються на базі електродвигунів, на які і впливає система управління. Живлення електродвигунів і системи управління здійснюється від самих сонячних батарей, тому такі установки автономні.

Таким чином, схема і пристрій сонячного трекера досить прості. Природно, що в промислових масштабах використовують більш складні системи, однак подібну схему можна зібрати самостійно для побутової установки з виробництва електроенергії на основі сонячних батарей.

Інформаційна мережа містить не малу кількість готових схем і рішень з систем стеження за Сонцем. Так що, якщо виникла потреба удосконалити конструкцію сонячних батарей і підвищити їх продуктивність, завжди є можливість зробити це самостійно.

Основний напрямок підвищення енергетичної ефективності установки вироблення електричної енергії АФЕУ – це створення і використання двокоординатної системи стеження АФЕУ за Сонцем, яка забезпечує підвищення енергетичної ефективності не менше ніж на 30 – 50% в порівнянні з енергетичними установками, які не мають систем стеження за Сонцем.

В даний час виробництвом фотоелектричних енергоустановок зі спостереженням за Сонцем займається ряд відомих українських і зарубіжних фірм : ФТІ РАН ім. А.Ф. Йоффе, MEI, Селтек (Україна), DITRAS (Україна), Sunpower (США), Konza Portable Solar Trackers (США), Gintech (Китай), Canadian Solar (Канада), Motech (Тайвань), First Solar (США), Yingli Green Energy (Китай), Titan tracker (Іспанія), SUNPOWER20 TRACKER (США), Merlin Power Systems (США), Eco- \$ mart, Inc (США), TRAXLE (Чеська республіка) та інші.

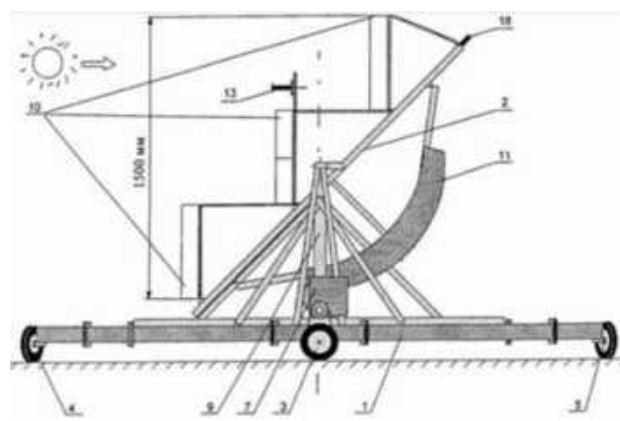
					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В установках ФТИ РАН ім. А.Ф. Йоффе використовується спеціально розроблений датчик положення Сонця, що забезпечує точність стеження 1 градуса. Площа встановлення панелей 5,54 м². Застосовуються індивідуально розроблені сонячні концентраторні модулі з пристроями стеження за Сонцем. Сонячні концентраторні модулі містять лінзи Френеля і каскадні фотоперетворювачі, розташовані в фокусі кожної з лінз. Сонячні елементи розташовуються в фокусі лінз Френеля і монтуються на мідну основу, прикріплений на тильній скляній пластині. У фотоелектричній установці (рис. 2.4,а) модулі розташовані східчасто на електронно-механічній системі стеження.

На рисунку 2.4 наведені енергетичні установки, розроблені в ФТИ РАН ім. А.Ф. Йоффе



а



б

Рисунок 2.4 - Енергетичні установки ФТИ РАН ім. А.Ф. Йоффе

Фірма Konza Portable Solar Trackers (США) займається випуском сонячних енергетичних установок, які можуть перевозитися. На рисунку 2.5 наведена фотографія енергетичної установки. Стеження здійснюється по датчику положення Сонця.



Рисунок 2.5 - Енергетична установка фірми Konza Portable Solar Trackers

На рисунку 2.6 наведені фотографії енергетичних установок фірми Селтек. На установці можна розташувати сонячні батареї площею до 6 м². В системі стеження використовуються електроприводи постійного струму, контролер стеження і датчики положення Сонця. Точність спостереження (наведення) 1 градус. При вазі СБ більше 50 кг необхідно встановлювати противаги, що збільшує витрати енергії на стеження.



а



б

Рисунок 2.6 - Енергетичні установки фірми Селтек

На рисунку 2.7 наведена фотографія енергетичної установки фірми DITRAS. В установці фірми DITRAS використовується датчик положення

Сонця і забезпечується точність стеження до 1 градуса. В системі передбачена можливість нарощування кількості СБ.

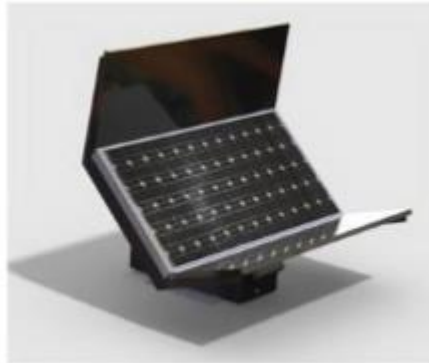


Рисунок 2.7 - Енергетична установка фірми DITRAS

На рисунку 2.8 наведена фотографія енергетичної установки фірми Titan tracker (Іспанія). В установці Titan tracker використовується велика кількість сонячних панелей (загальною площею до 216 м²). Стеження виконується по двох осях. Про мінімізацію енергоспоживання під час стеження не повідомляється, невідомий тип двигуна.



Рисунок 2.8 - Енергетична установка Titan tracker (Іспанія)

На рисунку 2.9 наведена фотографія енергетичної установки фірми SUNPOWER20 TRACKER (США).

Фотоелектрична енергетична установка монтується під кутом нахилу або горизонтально. Відстеження положення Сонця здійснюється по одній осі. На одній горизонтальній осі розміщується 9 модулів, що складаються з 128 осередків, або 12 модулів, що складаються з 96 осередків.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 - Енергетична установка фірми SUNPOWER20 TRACKER

Фірма Merlin Power Systems (США) займається випуском сонячних енергетичних установок, що відрізняються тим, що вони мають підставу у вигляді регульованої по висоті триноги, що дозволяє легко встановлювати конструкцію в будь-яких умовах. Мобільність і швидка збірка установки дозволяють задовольнити потреби військової техніки, використовувати в місцях стихійних лих. Установки можуть бути підключені паралельно або послідовно і використовуватися в гібридних системах. На рисунку 2.10 наведена фотографія сонячної енергоустановки фірми Merlin Power Systems.



Рисунок 2.10 - Сонячна установка фірми Merlin Power Systems

У Малайзійському університеті (University Malaysia Sarawak (UNIMAS), Sarawak, Malaysi) розроблена сонячна установка з однією сонячною панеллю. На рисунку 2.11 наведена фотографія сонячної енергоустановки. В установці використовується система стеження, яка містить лінійні механізми переміщення. Стеження здійснюється по заздалегідь заданій траєкторії.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21



Рисунок 2.11 - Сонячна установка University Malaysia Sarawak

В Чеській республіці фірми TRAXLE розроблена сонячна фотоелектрична установка з вісімнадцятьма СБ, в системі стеження якої використовується лінійний механізм переміщення. Стеження здійснюється по одній координаті за допомогою датчика положення Сонця. На рисунку 2.12 наведена фотографія сонячної енергоустановки.



Рисунок 2.12 - Сонячна енергетична установка фірми TRAXLE

У фірмі Eco- \$ mart, Inc (США) розроблено різні сонячні фотоелектричні установки. На рисунку 1.13 наведені фотографії використаних сонячних енергоустановок (одно- і двокоординатні системи стеження установок на Сонці). Типи використаних двигунів і датчиків положення Сонця не вказані.

У АФЕУ розрізняють конструкції на основі наногетероструктурних фотоперетворювачів і концентраторів випромінювання (сонячних

концентраторних модулів), фотоелектричних панелей, фотоелектричних панелей в поєднанні з плоскими дзеркальними концентраторами та інші.



а



б

Рисунок 2.13 - Сонячні енергетичні установки фірми Eco- \$ mart, Inc

Що при створенні АФЕУ використовуються різні типи двокоординатних електромеханічних виконавчих механізмів, в тому числі з двигунами постійного струму (ДПС), з двигунами змінного струму, з кроковими двигунами, з синхронно-реактивними двигунами, а також з лінійними двигунами. В якості силового перетворювача використовуються тиристорні і транзисторні перетворювачі, в тому числі перетворювачі з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) на польових або IGBT-транзисторах. Для отримання хороших статичних і динамічних характеристик застосовують багатоконтурні системи управління з різними регуляторами положення, швидкості і струму. Для забезпечення високої точності стеження використовуються багато-розрядні датчики положення, високоточні датчики положення Сонця, а також багатодвигунні системи для компенсації люфту редуктора.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ, ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

[illegible]

Комп'ютеризована система вимірювання та контролю процесу виробництва електричної енергії електродвигун (АФЕУ) включає в себе комп'ютеризовану систему стеження СБ за Сонцем і систему комп'ютеризованого управління зарядом акумуляторних батарей, що має функцію пошуку максимуму вироблення енергії СБ з урахуванням залежності зарядженості акумуляторної батареї.

Комп'ютеризовану систему стеження СБ за Сонцем можна представити в загальному вигляді, як показано на рисунку 3.2. На рисунку 3.2 прийняті наступні позначення: ПЗО – пристрій зв'язку з об'єктом; ВП – вимірювальний перетворювач; ОУ – об'єкт управління; РО – регулюючий орган; ВМ – виконавчий механізм; РЕГ – регулятор; ЗП – задаючий пристрій. У даній функціональній схемі КСВК стеження АФЕУ за Сонцем об'єкт управління

(ОУ) являє собою двокоординатний виконавчий механізм переміщення рами з СБ, задаючий пристрій (ЗП) містить пристрій задання режиму роботи, пристрій введення і виведення інформації на зовнішній комп'ютер, регулятор (РЕГ) реалізований на базі мікроконтролера і керує процесами стеження і діагностики системи АФЕУ, виконавчий механізм (ВМ) і регулюючий пристрій (РП) містять контролери і драйвери управління електромеханічними виконавчими механізмами, вимірювальний перетворювач (ВП) містить датчик положення об'єкта (датчик положення Сонця), датчики струму і температури двигуна, кінцеві вимикачі.

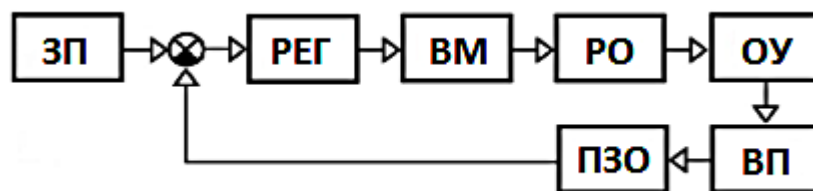


Рисунок 3.2 - Функціональна схема системи

В цілому КСВК стеження АФЕУ може бути повністю комп'ютеризоване, але в аварійних умовах або в режимі пусконаладження управління може бути передано людині (оператору).

В КСВК стеження безперервним АФЕУ за Сонце може здійснюватися різними способами:

- програмне управління (стеження) від мікроконтролера по заздалегідь заданим координатам (по азимуту і куту місця);
- в режимі постійного пошуку максимуму енергії, що виробляється СБ;
- з використанням датчиків положення Сонця і електроприводів стеження, що здійснюють режим безперервного спостереження (або безперервно-дискретного) за Сонцем.

На рисунку 3.3 наведена функціональна схема системи стеження АФЕУ по заздалегідь заданій траєкторії для однієї координати. В даній системі використовується електропривод стеження постійного струму (триконтурна

система з підлеглим регулюванням параметрів). На рисунку 3.3 прийняті наступні позначення: КН – контролер наведення; РП – регулятор положення; РШ – регулятор швидкості; РС – регулятор струму; Д – двигун; ТГ – тахогенератор; Р – редуктор; ВМ з СБ – виконавчий механізм з СБ; $\alpha_{\text{зад}}$ – кут заданого положення механізму з СБ; $\alpha_{\text{ос}}$ – дійсний кут положення механізму з СБ; ШПП – широтноімпульсний перетворювач; ДШ – датчик швидкості; ДП – датчик положення СБ; ДС – датчик струму.

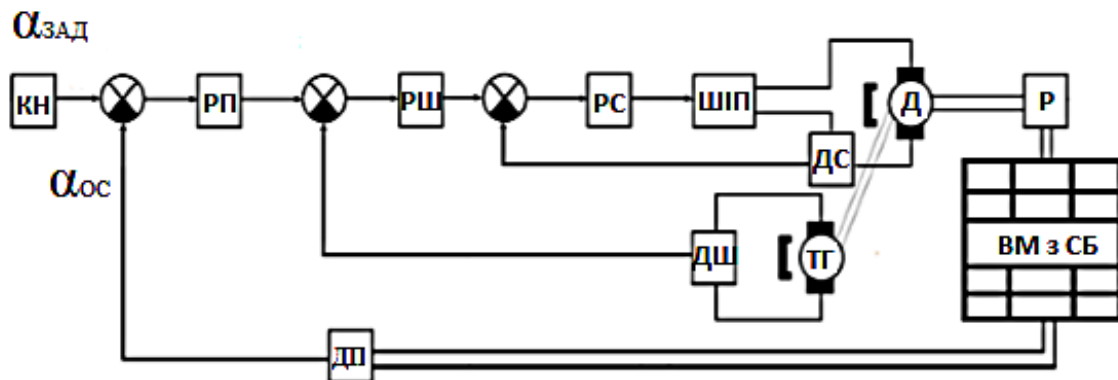


Рисунок 3.3 - Функціональна схема системи стеження

Стеження АФЕУ здійснюється за допомогою електроприводів постійного струму по заздалегідь заданому положенню. Причому переміщення відбувається навіть тоді, коли щільність хмар висока і точність стеження АФЕУ за Сонцем не дає позитивних результатів у виробництві енергії. В цьому випадку відбувається додаткова витрата електричної енергії в електроприводах на переміщення АФЕУ.

У фотоелектричній енергетичній установці застосовують систему стеження СБ за Сонцем, але без датчика положення Сонця. У даній системі використовується енергетичний критерій пошуку максимуму енергії, що виробляється СБ. На рисунку 3.4 показана функціональна схема фотоелектричної енергетичної установки. Особливістю даної системи є постійне переміщення по азимуту і кута положення для пошуку максимуму енергії, що виробляється СБ. При цьому на роботу двигунів витрачається

велика кількість енергії, навіть коли СБ знаходиться в тіні. Недоліком системи стеження є також неточність стеження через нелінійність вольт-амперної характеристики СБ.

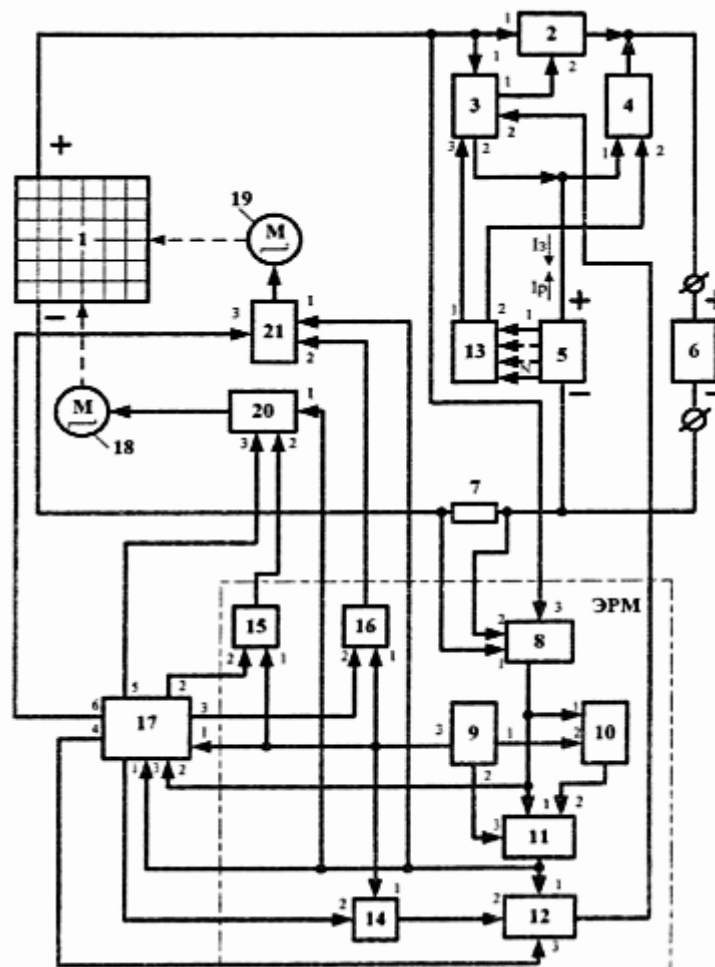


Рисунок 3.4 - Функціональна схема фотоелектричної установки

Розробка нових датчиків положення Сонця, що забезпечують високу точність стеження АФЕУ за Сонцем і високу надійність в роботі, призводить до того, що стеження за заздалегідь заданій траєкторії буде витіснятися стеженням від датчиків положення Сонця.

На рисунку 1.18 показана одна з структур стеження з використанням датчика положення Сонця і електроприводу постійного струму. Структура системи стеження показана на рисунку 3.5 на одну координату. На рисунку 3.5 прийняті наступні позначення: РР – релейний регулятор положення; Д – двигун; Р – редуктор; ВМ – виконавчий механізм; α – кут неузгодженості;

ПП – пристрій перетворення (транзисторний перетворювач); ДН – датчик неузгодженості; U_a – сигнал управління з датчика неузгодженості; U_{pp} – вихідний сигнал релейного регулятора положення; $\omega_{дв}$ – швидкість обертання двигуна; $M_{нав}$ – момент навантаження на двигун. Стеження в даній системі здійснюється від датчика неузгодженості (датчика положення Сонця) при використанні релейного регулятора положення.

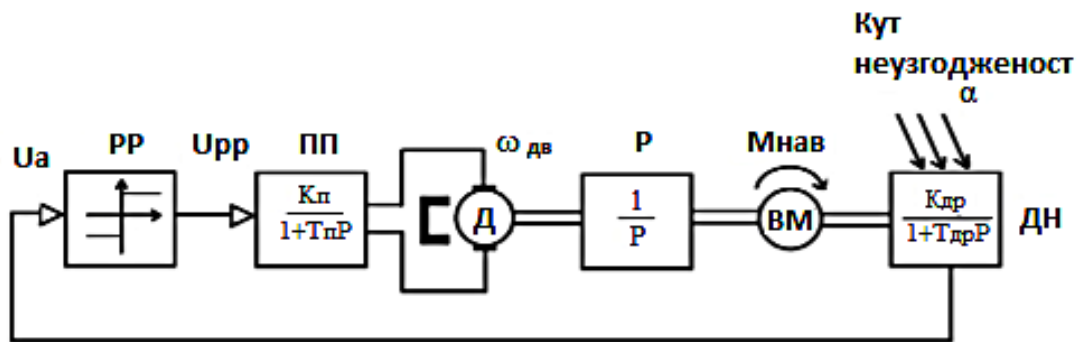


Рисунок 3.5 - Структурна схема системи стеження

Основний недолік в розглянутій структурі – це використання двигунів постійного струму (невисока надійність, складність обслуговування і наявність колекторного вузла). Механізми і двигуни знаходяться під впливом навколишньої атмосфери (температура від -40 до $+70$ ° С, вологість до 100%). Іскріння при роботі колектора призводить до підгоряння контактів, перехідного опору і, як наслідок, до нестабільності характеристик двигуна. Це вимагає системного догляду за колектором і щітками в процесі експлуатації, знижує надійність вузлів і агрегатів, в яких використовуються двигуни.

Структура системи стеження з електроприводами постійного струму являє собою двомасову систему (рисунок 3.6) з частотою коливань 1-2 Гц . На рисунку 3.6 прийняті позначення: J_1 – момент інерції двигуна; $J_{сб}$ – момент інерції механічної рами з СБ. У даній АФЕУ момент інерції механічної рами набагато перевищує момент інерції двигуна. Це істотно ускладнює налагодження параметрів системи стеження.

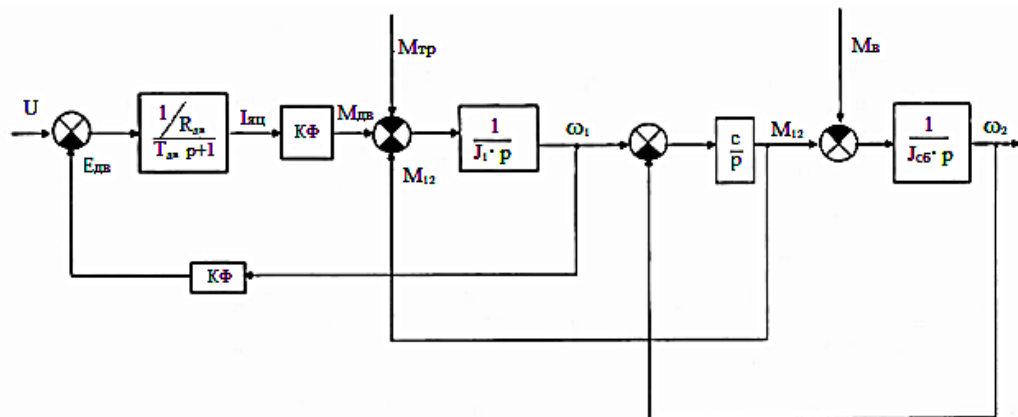


Рисунок 3.6 - Структурна схема двомасової електромеханічної системи

В ряді АФЕУ двигун постійного струму замінюють на синхронний двигун з постійними магнітами (вентильний двигун). При цьому істотно ускладнюється схема керування електроприводом, але зникає ненадійний щітковий вузол у двигуні, що істотно підвищує надійність і ресурс системи електроприводу.

На рисунку 3.7 наведена функціональна схема двокоординатної системи стеження з двома двигунами і датчиками положення ротора типу ВТ60.

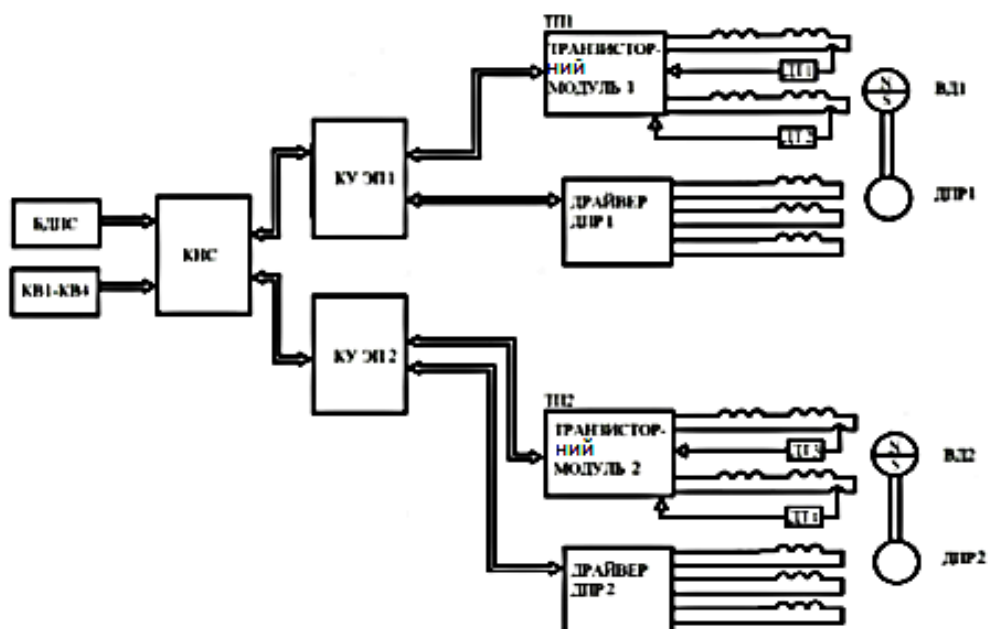


Рисунок 3.7 - Функціональна схема системи стеження з двома ВД

На рисунку 3.7 прийняті наступні позначення: ТП1, ТП2 – транзисторні перетворювачі; ВД1, ВД2 – вентильні двигуни; ДПР1, ДПР2 – датчики положення ротора; КНС – контролер наведення на Сонце; КУ ЕП1, КУ ЕП2 – контролери управління електроприводами; ДС1 - ДС4 – датчики струму; БДПС – блок датчиків положення Сонця; КВ1- КВ4 – блок кінцевих вимикачів.

На рисунку 3.8 показана функціональна схема системи стеження з ВД серії ДБМ.

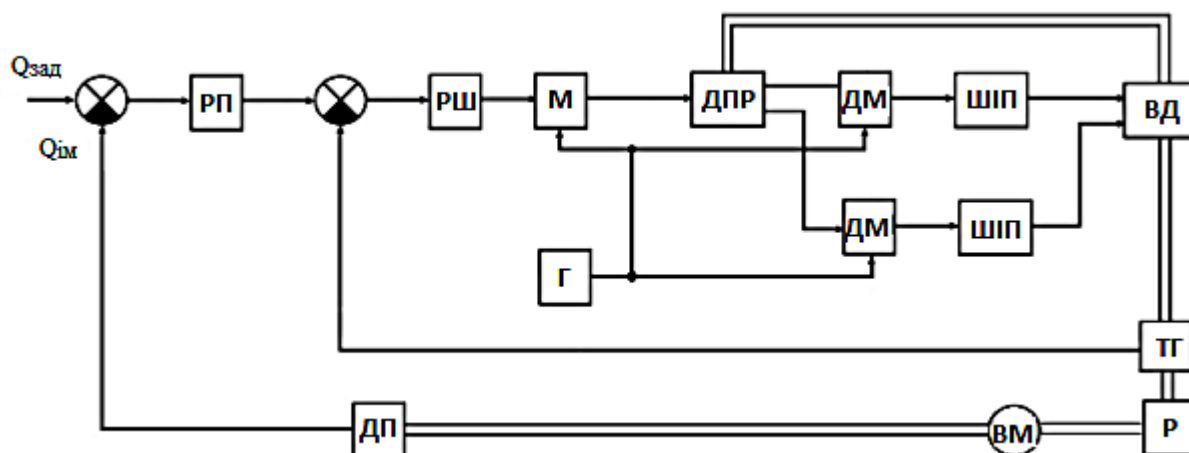


Рисунок 3.8 - Функціональна схема стеження системи з двофазним ВД

На рисунку 3.8 прийняті наступні позначення: ВД – двофазний вентильний двигун; Г – генератор; ДМ – демодулятор; ДПР – датчик положення ротора; М – модулятор; ШП – широтно-імпульсний перетворювач; РШ – регулятор швидкості; РП – регулятор положення; ТГ – тахогенератор; Р – редуктор; ДП – датчик положення; ВМ – виконавчий механізм; $Q_{зад}$ – задане положення; $Q_{ім}$ – дійсний стан виконавчого механізму. Двигуни серії ДБМ випускаються в бескорпусному виконанні. На рисунку 3.9 наведені фотографії двигуна серії ДБМ 120 (бескорпусний варіант – рисунку 3.9, а, корпусних варіант з датчиком положення ротора ВТ 60 – рисунку 3.9, б, зразок електромеханічного блоку, що містить двигун ДБМ 120 з датчиком положення ротора ВТ 60, тахогенератор ТГП 5 і навантажувальний двигун ДК 1 – рисунку 3.9, в).



Рисунок 3.9 - Двигун ДБМ 120

Двигуни серії ДБМ можуть експлуатуватися в температурному діапазоні від -60 до $+85$ ° С, в умовах підвищеного рівня вологості, вібрацій і ударів, впливу соляного туману, цвілевих грибів і мають термін служби 50 тисяч годин протягом 20 років. Двигуни мають великий момент за рахунок постійних магнітів і вбудоване виконання, що дозволяє поєднати механізми, двигун і редуктор в одне ціле. Недоліком двигунів серією ДБМ є їх висока вартість.

В сонячній установці застосовують в системі стеження СБ і двигуни. На рисунку 3.10 показана функціональна схема системи стеження сонячного модуля з ВІРД.

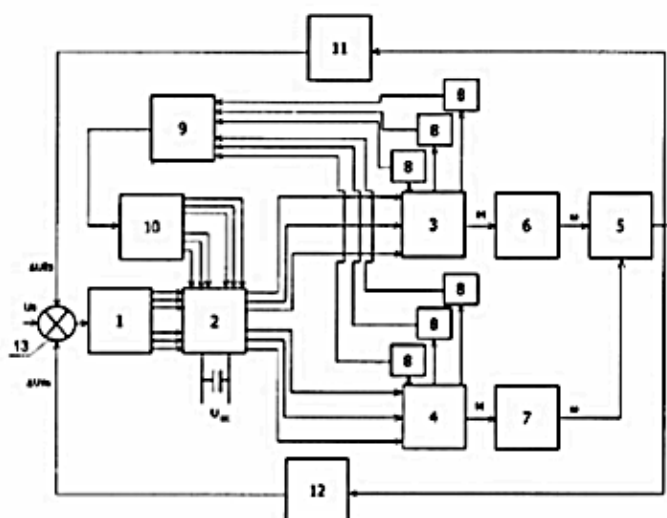


Рисунок 3.10 - Функціональна схема системи стеження

Недоліки даної системи такі: 1) немає оптимізації системи стеження при зменшенні освітленості СБ; 2) відсутня мінімізація енергоспоживання

двигунами під час стеження; 3) не використовується нелінійний режим позиціонування, що враховує особливості реактивно-вентильного двигуна.

Можливе застосування в АФЕУ електроприводів з асинхронними двигунами (АД) і транзисторними перетворювачами частоти (ТПЧ). На рисунку 3.11 показаний один з численних варіантів структурної схеми асинхронного електроприводу з ТПЧ. Такі електроприводи досить складні, як правило, мають векторну систему управління, містять датчик положення. Це істотно ускладнює схему управління електроприводами для механізмів з СБ.

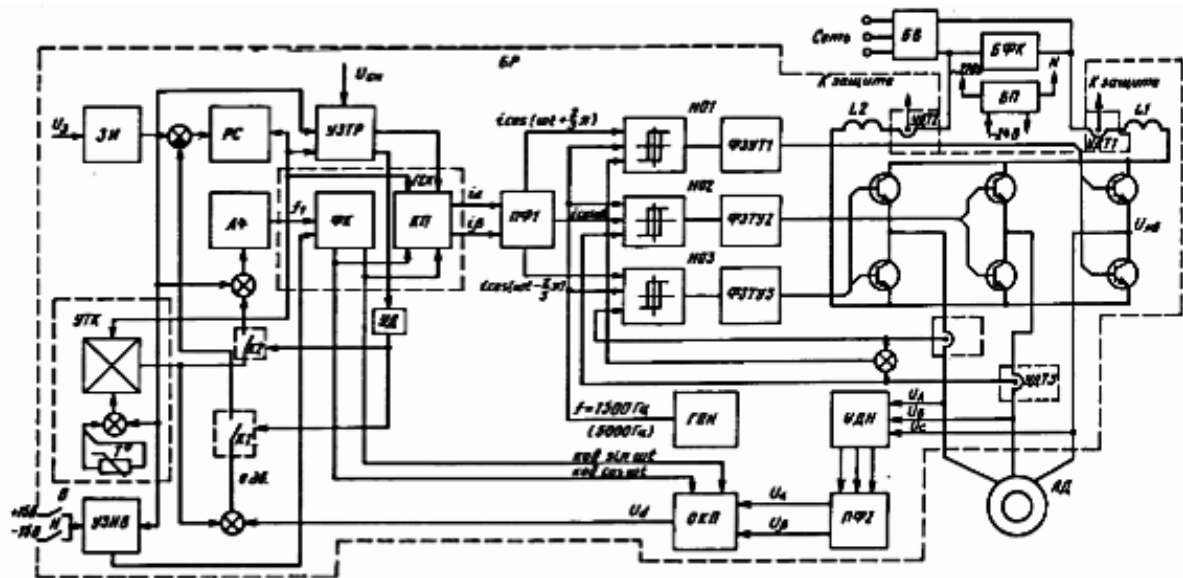


Рисунок 3.11 - Функціональна схема асинхронного електроприводу з ТПЧ

У АФЕУ застосовують системи стеження, що містять електроприводи з кроковими двигунами (КД). У КД відсутні механічні частини або деталі, в яких виникає тертя. Це визначає його високу надійність і великий ресурс. Гідність КД полягає у відсутності спеціального датчика положення. На рисунку 3.12 показана фотографія крокової двигуна типу ШД-5д. Цей двигун був розроблений для металообробних верстат з системою числового програмного керування і спеціальної (військової) техніки, що є гарантією його надійності.



Рисунок 3.12 - Кроковий двигун ШД-5Д

На рисунку 3.13 показана функціональна схема двокоординатної системи з КД.

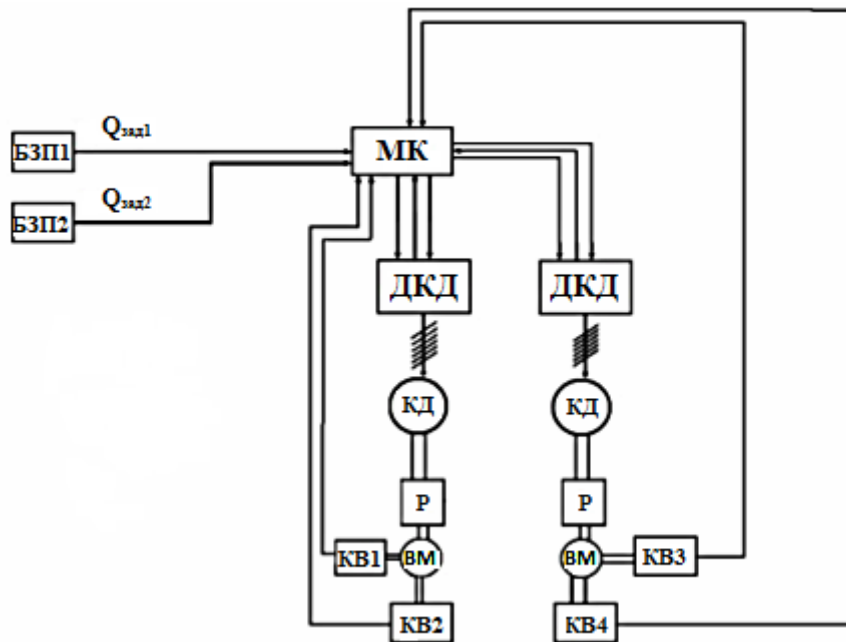


Рисунок 3.13 - Функціональна схема двокоординатної системи з КД

На рисунку 3.13 прийняті наступні позначення: МК – мікроконтролер; ДКД – драйвер КД; КВ1-КВ4 – кінцеві вимикачі; Р – редуктор; ВМ – виконавчий механізм; БЗП1, БЗП2 – блоки завдання положення; $Q_{зад1}$, $Q_{зад2}$ – задані кути повороту виконавчого механізму.

Один з напрямків в області керування електроприводами СБ – це використання моментного безредукторного електроприводу, так званих електромехатронних модулів. Їх перевага – великий момент (100-1000 Н·м і

більше), а також відсутність редуктора в механізмі. Недоліками таких двигунів є великі габарити і висока вартість електропривода, а також велике споживання енергії.

В цілому для електропривода систем стеження СБ за Сонцем характерні наступні параметри: мала швидкість обертання; мала потужність двигуна; велике передавальне число в редукторі; низька частота вільних коливань в установці; значні коливання моменту від вітрового навантаження; люфти в редукторі; нелінійна залежність моменту від кута повороту; зміна моменту інерції при повороті рам з СБ; нелінійні навантаження на двигунах на обох координатах при зміні температури, вітру, тиску (тобто навколишнього середовища в цілому). Все це ускладнює режим оптимізації електропривода. Тому в електроприводах можуть використовуватися адаптивні регулятори, додаватися блоки компенсації люфту, встановлюватися додаткові двигуни та інші датчики положення.

Для забезпечення високої точності характеристик в системі стеження СБ за Сонце необхідно вирішувати завдання поліпшення характеристик самого електроприводу, підтримки заданого положення рами з СБ при зміні умов навколишнього середовища (температури, тиску і вітрового навантаження), мінімізації енергоспоживання електроприводами при спостереженні і забезпечення високої надійності системи АФЕУ.

У АФЕУ (потужністю 3-5 кВт) для зменшення споживання електричної енергії двокоординатними електромеханічними виконавчими механізмами при безперервно-дискретному стеженні за Сонцем краще використовувати КД в поєднанні з черв'ячними редукторами, силовими драйверами управління КД.

Вітрове навантаження істотно впливає на момент навантаження, що прикладається до валу електромеханічного виконавчого механізму АФЕУ. Великі вітрові навантаження можуть не дозволити здійснити стеження рами з СБ за Сонцем, а в електромеханічному виконавчому механізмі з КД за браком

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моменту, що розвивається КД, ураганний вітер (більше 25 м / с) може вивести з ладу виконавчий механізм стеження фотоелектричної енергоустановки.

Розрахунок вітрового навантаження для конкретної установки є складним завданням, оскільки необхідно враховувати не тільки метеорологічні особливості району, де планується розміщення установки, але також особливості місцевості, наявність сусідніх будівель і споруд, штучних і природних перешкод, вплив деталей і елементів конструкції самої фотоелектричної енергоустановки на розподіл вітрового потоку. Тому доцільно поставити завдання узагальненого для різних варіантів виконання розрахунку вітрових навантажень в рамках обраних умов. Такий підхід дозволить спростити розрахунки, не вдаючись до конкретних особливостей місцевості та варіанту виконання установки.

Завдання проекту є розробка схеми щита управління та монтажною схеми у відповідності до електричної принципової схеми автоматизації.

Розробка правил монтажу та налагодження експлуатації та ремонту згідно з розробленою функціональною схемою автоматизації та електричної принципової схеми автоматизації та електричної принципової схеми.

Аналіз досліджень, проведений в першому розділі показав, що для створення енергетично ефективної КСВК виробництва електричної енергії в АФЕУ потужністю 3-5 кВт необхідно розробити структурну і функціональну схеми системи стеження з двокоординатним електромеханічним виконавчим механізмом з КД і з двокоординатним датчиком положення Сонця. КСВК стеження СБ за Сонцем повинна забезпечувати багатофункціональність, самодіагностику, зв'язок і управління з зовнішнім оператором в аварійних режимах. При цьому система стеження управління повинна забезпечувати задану точність спостереження СБ за Сонцем при мінімізації витрат електричної енергії, що витрачається двокоординатним електромеханічним виконавчим механізмом з КД на стеження СБ за Сонцем.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При дослідженні функціональної і структурної схеми КСВК стеження для АФЕУ використовувалися:

- сучасні фотоелектричні панелі (СБ) з високими техніко-економічними показниками;
- спеціалізований контролер стеження, що забезпечує функціонування механізму безперервно-дискретного стеження АФЕУ за Сонцем з заданою точністю, який реалізує несиметричний режим позиціонування і управління периферійними пристроями з діагностикою всієї системи;
- контролер заряду акумуляторних батарей з реалізацією режиму відбору максимальної потужності з СБ;
- двокоординатний фотоелектричний датчик положення Сонця, що володіє високою чутливістю, для забезпечення високої точності стеження АФЕУ;
- КД для забезпечення заданого переміщення по обох координатах;
- силові драйвери КД, мають можливість управління амплітудою струму, регулювання кроку переміщення, реалізації мікрокрокового режиму, захисту по струму і напрузі;
- не обслуговуються акумулятори з великою кількістю циклів «заряд - розряд» без втрати ємності, з величиною ємності, розрахованої на заданого споживача;
- конвертор для зв'язку контролера стеження з зовнішньої ЕОМ, що має оптичну розв'язку;
- однофазний інвертор з синусоїдальним виходом для живлення споживачів;
- черв'ячні редуктори, суміщені з циліндричними, для забезпечення необхідного моменту обертання рами з СБ і для утримання рами при дії вітрового навантаження при відключеному двигуні;
- кінцеві вимикачі, що забезпечують обмеження переміщення рами по двох координатах і можливість перекладу рами в горизонтальне положення;

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- GPRS - модуль зв'язку для віддаленого управління АФЕУ при виникненні екстремальних умов.

З урахуванням вищевикладеного функціональна схема КСВК виробництва електричної енергії АФЕУ, наведена на рисунку 3.14. На функціональній схемі прийняті наступні позначення: СБ – сонячна батарея (що складається з декількох фотоелектричних панелей); КСС – контролер стеження за Сонцем; ДКД1, ДКД2 – драйвери управління кроковими двигунами; ДПС1, ДПС2 – датчики положення Сонця по азимуту і куту місця; КВ1-КВ5 – кінцеві вимикачі; Д1, Д2 – крокові двигуни; Р1-Р4 – редуктори; КЗАБ – контролер заряду акумуляторної батареї; І – інвертор; АБ1, АБ2 – акумуляторні батареї, конвертор (тип І-7561) – пристрій зв'язку комп'ютера з контролером по каналу RS 485; GPRS – блок зв'язку з каналом GPRS.

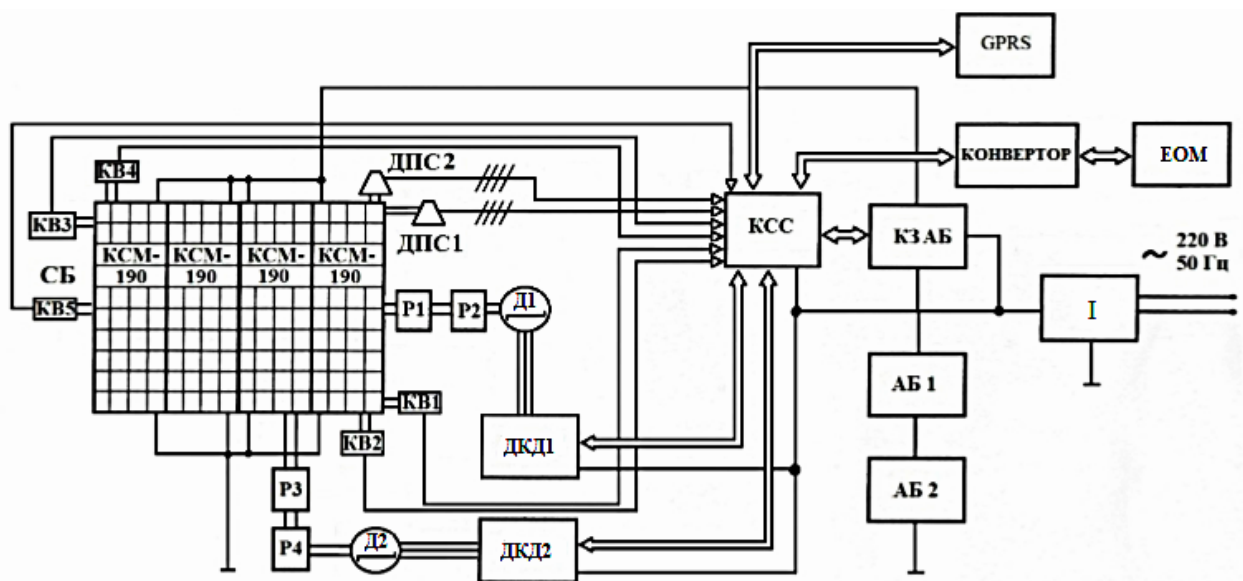


Рисунок 3.14 - Функціональна схема КСВК виробництва електричної енергії АФЕУ

Використання при управлінні АФЕУ даних і команд, які приймаються і передаються по модулю GPRS, забезпечує реалізацію людино-машинної системи. При цьому реалізується контроль за станом системи АФЕУ шляхом діагностики всієї системи і відправки повідомлення оператору (компанії, яка

обслуговує АФЕУ) при наявності несправності в системі АФЕУ, а також здійснюється переміщення рами з СБ в горизонтальне положення (захисне положення) при впливі вітрового навантаження, що перевищує максимально допустиму (ураганного вітру).

При дослідженні розроблено функціональну схему двокоординатної системи стеження СБ за Сонцем з використанням КД і датчиків положення Сонця, наведено на рисунку 3.15. На рисунку 3.15 прийняті наступні позначення: НЛ1, НЛ2 – нелінійні ланки; РП1, РП2 – регулятори положення; ДКД1, ДКД2 – драйвери крокового двигуна; КД1, КД2 – крокові двигуни; Р1, Р2 – редуктори; ВМ1, ВМ2 – виконавчі механізми; $\alpha_{\text{зад}}$ – заданий (необхідний в даний момент часу) положення механізму по азимуту; $\beta_{\text{зад}}$ – заданий (необхідний в даний момент часу) положення механізму по куту місця; ДПС1, ДПС2 – датчики положення Сонця; $\Delta\alpha$ – помилка по куту стеження (по азимуту); $\alpha_{\text{дійсн}}$ – дійсний стан механізму по азимуту; $\Delta\beta$ – помилка по куту стеження (кут місця); $\beta_{\text{дійсн}}$ – дійсний стан механізму по куту місця.

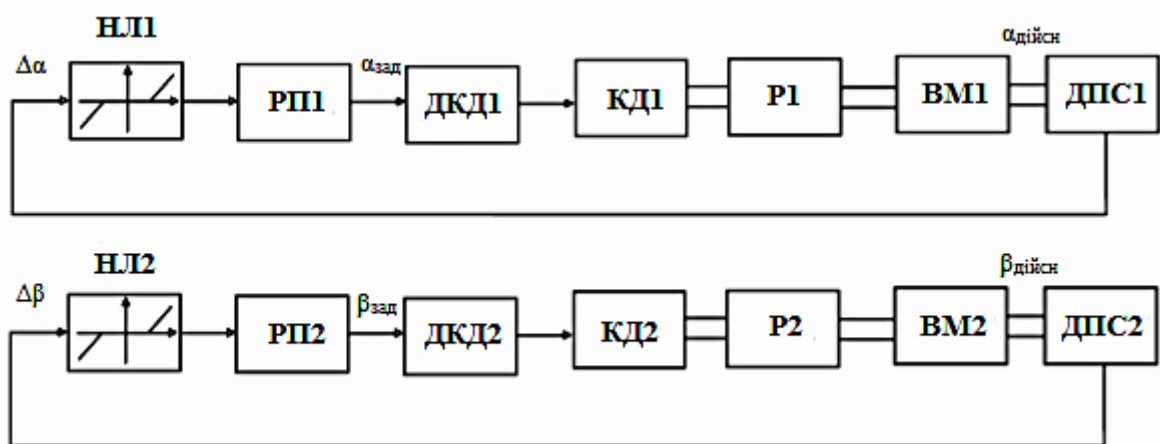


Рисунок 3.15 - Функціональна схема системи стеження з КД

Виходячи з вимог до системи стеження СБ за Сонцем, вищеописаної розробленої структурної та функціональної схем УСВК стеження для АФЕУ визначено два завдання створення управління системою стеження СБ за Сонцем, що забезпечує:

- 1) спостереження за Сонцем по двох координатах із заданою точністю;

2) мінімізацію енергоспоживання електромеханічним виконавчим механізмом з КД під час стеження.

Перше завдання – забезпечення стеження СБ за Сонцем з заданою точністю, вирішується таким шляхом:

- розробкою нелінійного алгоритму стеження за Сонцем, що враховує специфічні вимоги до систем АФЕУ;
- забезпеченням підвищення статичної точності переміщення при використанні КД (досягається підвищенням розвинутого моменту КД);
- використанням спеціалізованого контролера стеження за Сонцем (32-розрядного мікроконтролера з вбудованим 16-розрядних АЦП), спеціального двокоординатного датчика положення Сонця (володіє заданою чутливістю в широкому діапазоні зміни освітленості), двокоординатного електромеханічного виконавчого механізму з КД (забезпечує нелінійний режим позиціонування).

Друге завдання – мінімізація енергоспоживання електромеханічним виконавчим механізмом з КД під час стеження фотоелектричної енергоустановки за Сонцем, вирішується таким шляхом:

- переходом від безперервного спостереження за Сонцем до безперервно-дискретного стеження зі змінним кроком переміщення і винятком споживання струму КД під час відсутності переміщення рами з СБ;
- по закону управління, що забезпечує максимальне за швидкодією переміщення рами з СБ при обмеженнях по швидкості, прискорення і ривка в управлінні КД (створення заданої траєкторії переміщення в режимі позиціонування);
- створенням нелінійного управління величиною амплітуди струму в КД під час переміщення в режимі позиціонування.

При класичному управлінні КД реалізується наступний алгоритм управління: збереження амплітуди струму КД в статичному режимі після закінчення режиму переміщення. Це необхідно для підтримки утримуючого

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моменту КД. Є інші варіанти управління КД (закладені в деяких драйверах управління КД): зменшення амплітуди струму в КД в статичному режимі до 0,6 від номінальної амплітуди струму.

Безперервно-дискретне стеження за Сонцем – це переміщення на необхідний (заданий) кут з подальшою зупинкою КД. Під час інтервалу переміщення (від одного положення до іншого положення) реалізується максимальне за швидкодією рух рами з СБ (в системі стеження використовується релейний регулятор положення), тобто режим позиціонування з обмеженням прискорення, швидкості і ривка. При цьому здійснюється симетричний режим розгону і гальмування. На рисунку 3.16 показані діаграми двох режимів позиціонування в системі стеження – максимальне переміщення по швидкодії з обмеженням по швидкості, прискорення і ривка (рисунок 3.16, а) і з обмеженням по швидкості і прискорення (рисунок 3.16, б).

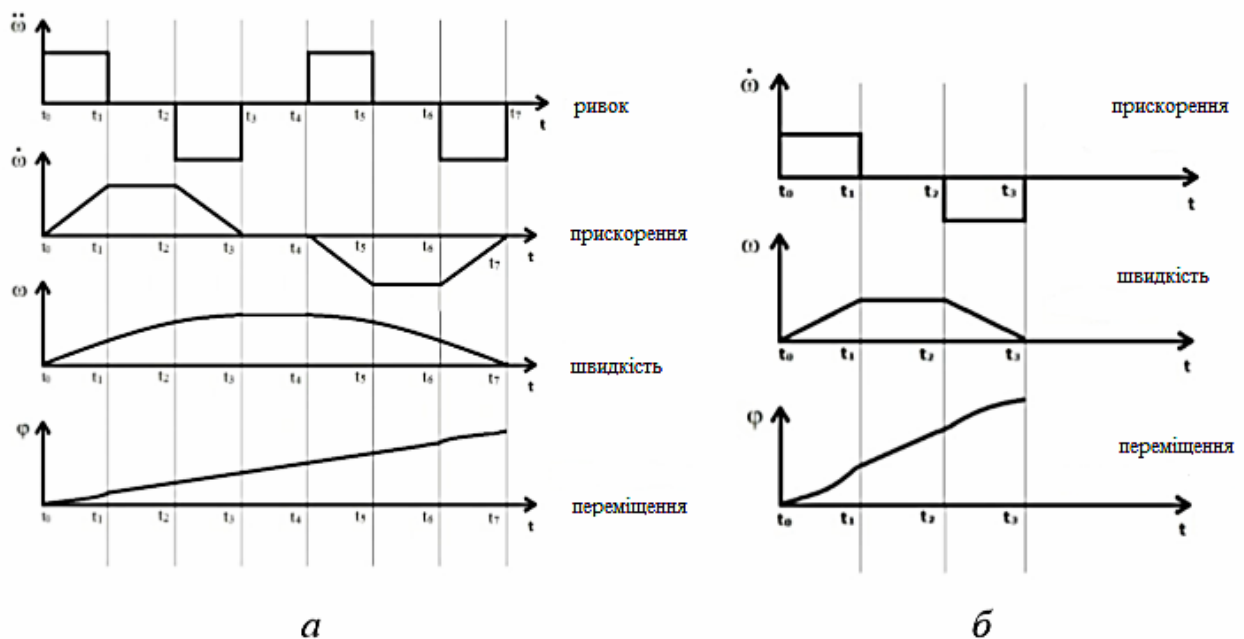


Рисунок 3.16 - Діаграма симетричного режиму позиціонування

Запропоновано принцип безперервно-дискретного стеження СБ за Сонцем: алгоритм безперервно-дискретного стеження СБ за Сонцем зі

змінним кроком переміщення в функції поточної освітленості СБ. Це необхідно реалізовувати, виходячи з таких положень:

- чим вище точність стеження СБ за Сонцем, тим більше СБ виробляє електричної енергії і в системі АФЕУ підвищення точності стеження відбувається шляхом зменшення кроку переміщення в електромеханічному виконавчому механізмі;

- для зменшення витрат електричної енергії в електромеханічному виконавчому механізмі з КД під час стеження необхідно збільшувати дискретний крок переміщення (зменшення кроку переміщення призводить до збільшення споживання електричної енергії електромеханічним виконавчим механізмом);

- при зменшенні освітленості (в кілька разів) вироблення енергії СБ падає і підвищення точності стеження в системі не призводить до істотного збільшення вироблення енергії.

Виникає парадокс у вирішенні завдання: підвищення точності стеження веде до збільшення енергоспоживання електромеханічним виконавчим механізмом, а збільшення кроку переміщення під час стеження веде до зменшення точності стеження. Таким чином, виникає необхідність пошуку найкращого вирішення даного завдання. З вищенаведеного аналізу слідує, що чим вище освітленість, тим менше необхідно робити крок переміщення, наприклад при максимальній освітленості робити крок переміщення 1 градус, при зменшенні освітленості в 5 раз збільшувати дискретність переміщення до 3 градусів. На рисунку 3.17 наведено графік зміни дискретного кроку переміщення в залежності від освітленості.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

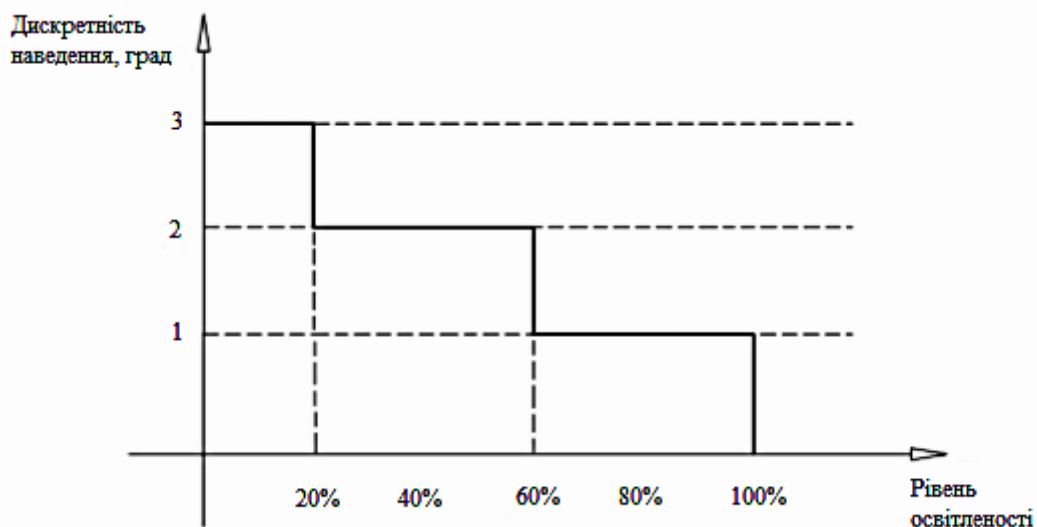


Рисунок 3.17 - Графік зміни дискретного кроку переміщення

При зменшенні освітленості в п'ять разів дискретний крок переміщення збільшується з одного до трьох градусів. Величина зменшення освітленості в 5 разів обумовлена низьким значенням енергії, що виробляється СБ після цього значення. Експериментально зняті вольт-амперні характеристики СБ КСМ-160 наведені в підрозділі 3.17, з них видно, що при освітленості менше 20% від максимальної може не відбуватися заряд акумуляторної батареї через низьку напругу і струм, що виробляється СБ. Тому обмеження зміни дискретного кроку переміщення закладено на рівні 20% від максимальної освітленості.

Поточна освітленість визначається по датчику положення Сонця (ДПС), яку можна вимірювати як середнє значення струмів в фотоелементах на протилежних гранях піраміди. У ДПС прийнято такі позначення: $I_{\phi 1}$, $I_{\phi 3}$ і $I_{\phi 2}$, $I_{\phi 4}$ – струми в протилежних гранях фотоелементів датчика; $I_{\phi 5}$ – струм в задній частині фотоелемента датчика, $I_{\phi 6}$ – струм фотоелемента у верхній межі перерізу піраміди. При вимірюванні струмів ДПС в мікроконтролері КСС здійснюється фільтрація (усереднення) значення струмів фотоелементів, а саме протягом секунди відбувається 60 опитувань струму граней ДПС і середнє значення струму. Це необхідно для виключення випадкових змін

освітленості (наприклад, можливе випадкове затінення ДПС від прольоту птиці, вертольота тощо) і зменшення рівня перешкод. Також в КСС є аналогова фільтрація на операційних підсилювачах, підключених до фотоелементів ДПС. Середнє значення струму в протилежних гранях фотоелементів датчика розраховуються за такими формулами:

$$I_{cp1} = \frac{I_{\phi1} + I_{\phi3}}{2}, \quad (3.1)$$

$$I_{cp2} = \frac{I_{\phi2} + I_{\phi4}}{2}. \quad (3.2)$$

Середню поточну освітленість E_1 можна прийняти як середнє значення струмів на протилежних гранях ДПС, наведене у відносних одиницях (в порівнянні з максимальним струмом фотоелемента датчика при максимальній освітленості), за такою формулою:

$$E_1 = \frac{I_{cp1} + I_{cp2}}{2I_{\max}}, \quad (3.3)$$

де $I_{\max}$ – максимальне значення струму фотоелемента датчика.

У таблиці 3.1 для прикладу наведені енергетичні характеристики системи АФЕУ-1 при зміні дискретного кроку переміщення, що показують зменшення величини дискретного кроку переміщення (кута переміщення) призводить до збільшення споживаної електричної енергії.

Таблиця 3.1 Споживання енергії виконавчим механізмом з КД при переміщенні на 180 градусів по азимуту (при дискретно кроці переміщення рами з СБ на 2, 3, 5 градусів)

№	Швид- кість (Гц)	Приско- рення (крок/с ²)	Гальму- вання (крок/с ²)	Час (с)	Робочий струм (А)	Пусковий струм (А)	Споживана потужність (Вт)	Споживана Енергія (Вт·год)
1	3000	3000	3000	0,9	1	1,4	29,4	0,92
2	3000	3000	3000	1,3	1	1,4	29,4	0,637

3	3000	3000	3000	1,67	1	1,4	29,4	0,49
---	------	------	------	------	---	-----	------	------

У таблиці 3.2 наведені розрахункові величини втрати енергії (потужності) для двох СБ типу КСМ-160 (установка АФЕУ-1) при різній дискретності переміщення і максимальній освітленості.

Таблиця 3.2 Розрахункові величини втрати енергії для двох СБ типу КСМ-160 при різній дискретності переміщення

Помилка під час стеження СБ за Сонцем, градус	0,5	1	2	3	4	5
Втрати енергії від СБ під час стеження, %	0,0076	0,03	0,12	0,27	0,48	0,76
Величина втрати потужності в СБ, мВт	2,432	9,6	38,4	86,4	157,2	243,2
Орієнтовно добова втрата енергії (при еквівалентній 12-годинній максимальній освітленості) в СБ, Вт·год	0,29	1,15	4,6	10,36	18,86	29,18

На рисунку 3.18 наведені графік втрати потужності (крива 1) і графік добової втрати енергії від помилки стеження (крива 2).

Таким чином, запропоновані структура і алгоритм управління КСВК стеження для АФЕУ з безперервно-дискретним стеженням СБ за Сонцем з регульованим дискретним кроком переміщення в функції поточної освітленості, що забезпечують збільшення швидкодії системи, підвищення точності стеження і поліпшення енергетичних характеристик системи АФЕУ (мінімізацію енергоспоживання електромеханічним виконавчим механізмом з КД під час стеження СБ за Сонцем).

					МММТ.480003.025-ПЗ			Арк.
								44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

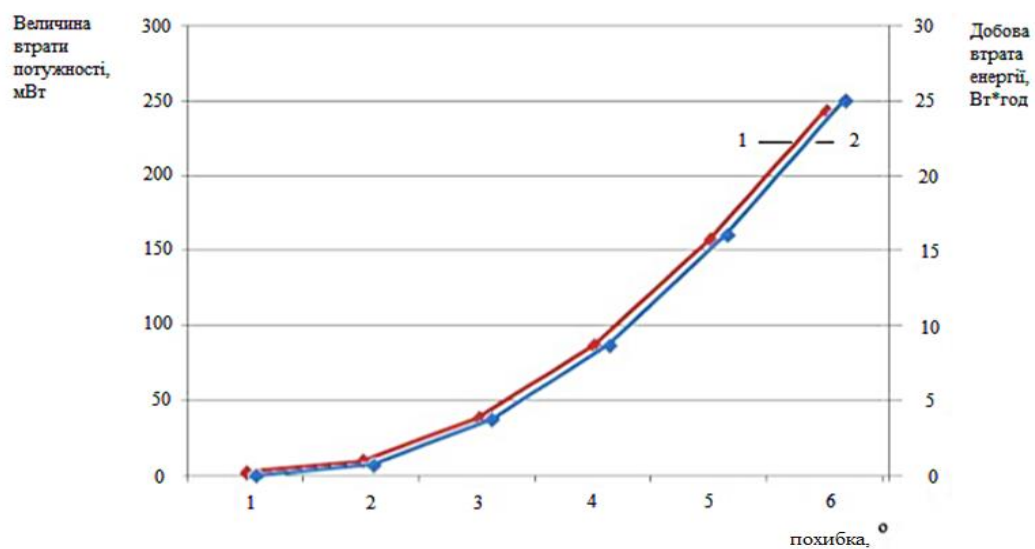


Рисунок 3.18- Залежність втрат енергії від помилки стеження

РОЗДІЛ 4

ВИБІР МЕТОДІВ ТА ДАТЧИКІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ПАНЕЛЕЙ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ, РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ПАНЕЛЕЙ

В даний час для КСВК стеження розроблено велику кількість різноманітних датчиків положення Сонця, заснованих на різних принципах визначення положення Сонця, в тому числі щілинні сонячні датчики, датчики на ефекті Саньяка, геліотрекери різних конструктивних виконань, а також інші оригінальні пристрої та конструкції.

В якості чутливих щільових сонячних елементів датчиків використовуються кремнієві фотодіоди. Суть функціонування цих датчиків основана на порівнянні сигналів, що надходять з кожного фотодіода, які розташовані кожен у своїй щілині, і виявлення максимального сигналу (рисунок 4.1). Датчик розташований таким чином, що при переміщенні Сонця по екліптиці один з фотодіодів освітлений, а інші в цей час знаходяться в тіні, створеною перегородками.



Рисунок 4.1 - Щілинні сонячні датчики

Таким чином, сигнал з найбільш освітленого фотодіода буде максимальний, що являється системою управління і подається команда повороту СБ на кут, відповідний положенню цього фотодіода, тобто датчики формують релейні сигнали наявності Сонця в заданих полях огляду. Основними недоліками щілинних датчиків є висока вартість і складність

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

конструкції, необхідність використання складної системи контролю і управління.

Принцип дії оптичного гіроскопа оснований на ефекті Саньяка. По круговому оптичному шляху, завдяки розщеплення променя, світло поширюється у двох протилежних напрямках. Якщо при цьому площа СБ перпендикулярна до променів Сонця, то обидва світлових променя поширюються зустрічно по оптичному шляху однакової довжини. Тому при додаванні променів в розщеплювачі по завершенні шляху немає фазового зсуву. Однак, коли Сонце переміщається з кутовою швидкістю, між світловими хвилями виникає різниця фаз. Це явище і називається ефектом Саньяка.

Геліотрекер дослівно можна перекласти як «відстежувач шляху Сонця». Завдання його бути постійно спрямованим на Сонце. Один з варіантів показаний на рисунку 4.2. Він складається з фотоприймача, контролера і виконавчого механізму у вигляді двох двигунів з редукторами, що повертають СБ і закріплений на ньому фотоприймач. Фотоприймач являє собою невелику плату і закріпленими на ній 4 фотодатчиками. Всі фотодатчики розділені між собою хрестоподібною перегородкою. При орієнтації на Сонце висвітлені всі чотири фотодатчика. Сонце в процесі свого руху по небосхилу змінює освітленість фотоприймача, тому 2 або 3 фотодатчика перебувають в тіні. В алгоритмі роботи датчика всього 9 команд в залежності від положень фотоприймача. На рисунку 4.2 кожен фотодатчик позначений буквою. Всі можливі варіанти освітлення датчиків представлені в таблицях 4.1 і 4.2.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

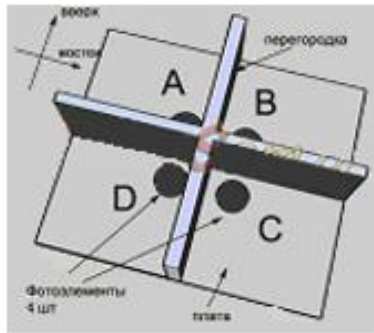


Рисунок 4.2 – Геліотрекер

Таблиця 4.1 Можливі варіанти освітлення датчиків для двокоординатної системи стеження

Датчик А	1	0	1	1	0
Датчик В	0	1	1	0	0
Датчик С	0	0	0	0	1
Датчик D	0	0	0	1	0
Примітка	Сонце вище з заходу	Сонце вище з сходу	Сонце вище	Сонце з заходу	Сонце нижче з сходу
Вертикальний рух	Вгору	Вгору	Вгору	Стоїть	Вниз
Гориз-ний рух	На захід	На схід	Стоїть	На захід	На схід

Таблиця 4.2 Можливі варіанти освітлення датчиків для двокоординатної системи стеження

Датчик А	0	0	0	1
Датчик В	1	0	0	1
Датчик С	1	1	0	1
Датчик D	0	1	1	1
Примітка	Сонце з сходу	Сонце нижче	Сонце нижче з заходу	Точно на Сонце
Вертикальний рух	Стоїть	Вниз	Вниз	Стоїть

Горизонтальний рух	На схід	Стоїть	На захід	Стоїть
--------------------	---------	--------	----------	--------

У таблицях 4.1 і 4.2 прийняті наступні позначення: 1 – датчик освітений; 0 – датчик в тіні перегородки.

Групою розробників з малайзійського університету (UNIMAS) розроблений датчик положення Сонця. Конструкція близька до вищезазначеного геліотрекеру, але особливістю є використання фоторезисторів в якості чутливого елемента. Датчик складається з чотирьох фоторезисторів (LDRs), які закріплені в пірамідоподібному блоці. Коли Сонце висвітлює центр системи, фоторезистори отримують однакову кількість світла і мають однаковий опір. Коли Сонце зміщується, перегородка, розташована між фоторезисторами, створює тінь, що викликає зміну інтенсивності світла, яке вимірюється за допомогою датчиків LDR. На рисунку 4.3 показаний фотодатчик. Система стеження має 10-розрядний АЦП.

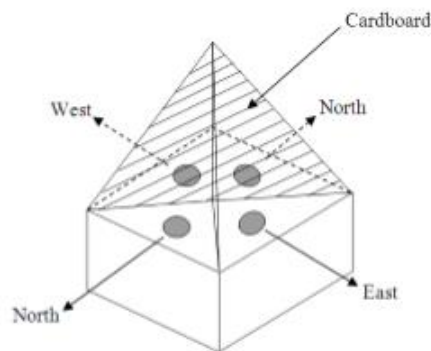


Рисунок 4.3 - Датчик положення Сонця

У сонячних енергетичних установках ФТИ імені О.Ф. Йоффе застосовують свій датчик, одна з конструкцій наведена на рисунку 4.4. Відзначають, що особливістю датчика є його складність конструкції і неоднозначність характеристик при зміні температури.

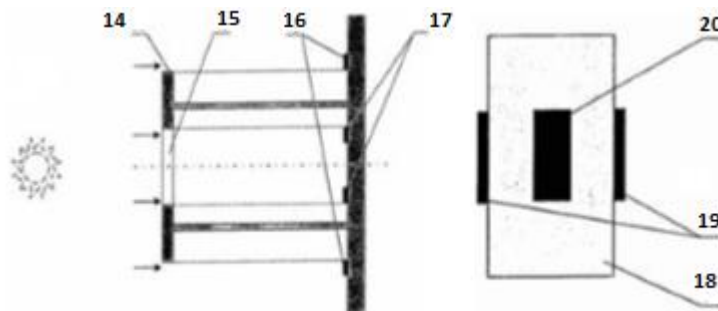


Рисунок 4.4 - ДПС розробки ФТИ РАН імені О.Ф. Йоффе

Для того, щоб орієнтувати сонячний трекер відносно горизонтальної осі потрібно знати кути його нахилу. Для такої задачі підходить датчик акселерометра, який може також визначати положення в просторі. Акселерометр - це інструмент, задача якого полягає у вимірюванні проекції повного прискорення тіла, для виміру використовуються три чутливі осі: X, Y і Z.

При виборі датчика прискорення, положення і нахилу враховувалась необхідна для майбутньої системи смуга пропускання. Звичайно аналогові датчики більш чутливі, але вони використовують зовнішній АЦП з подальшою обробкою даних. Цифрові мають достатню для нашого проекту чутливість, невисоку ціну і дуже прості в підключенні. В якості такого датчика був обраний новий цифровий акселерометр LIS2DW12 компанії STMicroelectronics, який потребує мінімум енергії. LIS2DW12 – це маленький та малопотужний 3-х осьовий акселерометр з високою роздільною здатністю (14 біт) із діапазоном прискорення до ± 16 g, а діапазон вимірювання вибирається із значень: ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g і ± 16 g. Підтримуються інтерфейси SPI або I2C у вигляді 16 біт даних.

Акселерометр представляє собою датчик, який вимірює проекції прискорення на три просторові осі. Враховуючи величину прискорення вільного падіння (g) та дані отриманні по трьох осях, визначається орієнтація акселерометра в просторі.

LIS2DW12 відноситься до класу ємнісних акселераторів та володіє

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дуже низькою смугою пропускання (0,016...1,6 кГц). Він ідеально підходить для вимірювання низькочастотних вібрацій і кута відхилення.

Особливості модуля LIS2DW12:

- ☐ напруга живлення 1,62 ... 3,6 В;
 - ☐ мінімальний рівень споживання енергії: 0,05 мкА в режимі очікування, 0,38 мкА в режимі зниженого споживання, 120 мкА при максимальному режимі роботи;
 - ☐ інтерфейси SPI і I2C;
 - ☐ визначення вільного падіння;
 - ☐ можливість вибору роздільної здатності в широкому діапазоні;
 - ☐ діапазон вимірювання, так як і смуга пропускання, вибирається подачею певної команди;
 - ☐ рекордно низький рівень шуму 90 мкг/√Гц;
 - ☐ мінімальна температурна залежність зміщення 0,2mg/°C;
 - ☐ робоча температура від -40 °C до +80 °C;
 - ☐ висока ударостійкість до 10000g;
- LIS2DW12 випускається в дуже компактному корпусі LGA-12,

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ З ВИБОРОМ І ОБҐРУНТУВАННЯМ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ТА РОЗРАХУНКАМИ ОКРЕМИХ ВУЗЛІВ

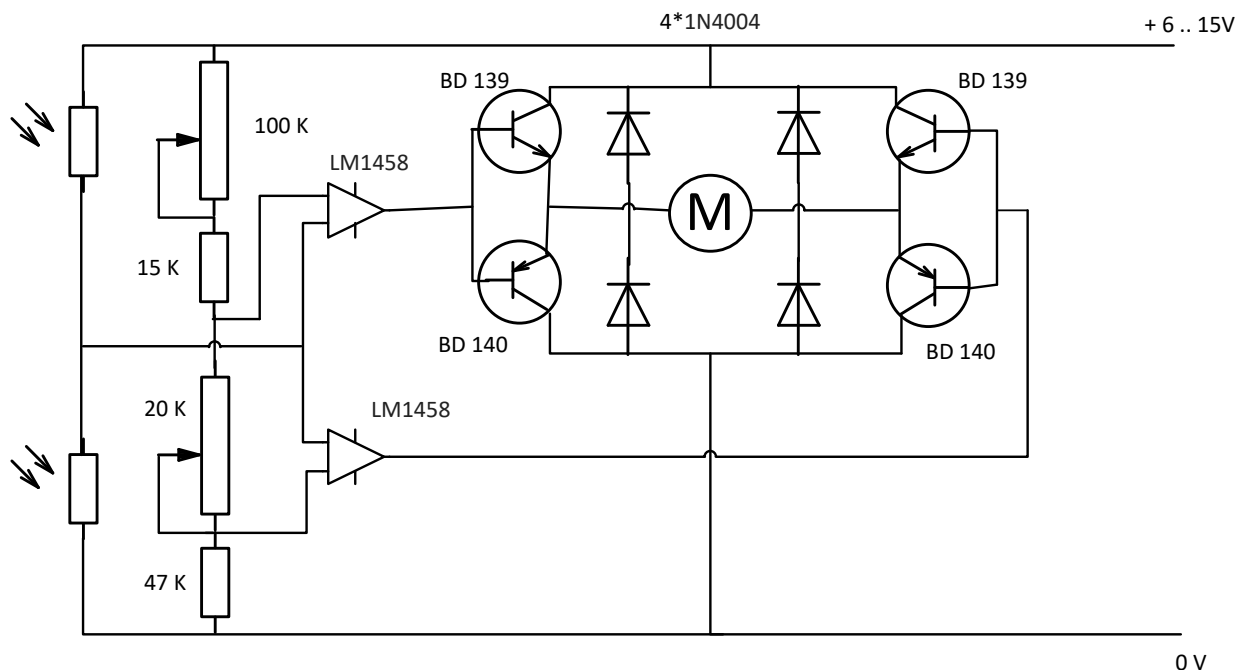


Рис. 5.1. Електрична принципова схема

Проведемо розробку друкованої плати схеми трекера. Для початку роздрукуємо схему друкованої плати трекера на спеціальному папері. Це лазерно-прасувальну технологія. Папір має глянсовий вид. Зі зворотного боку вона звичайна матова. Друкувати потрібно на лазерному принтері на глянцевого боці. Після контакту з праскою треба дати охолонути і папір легко відривається від шару. Перед перенесенням текстоліт обов'язково потрібно знежирити. Найкраще використовувати дрібну наждачний папір. Докладаємо малюнок до плати і пропрасовуємо гарячою праскою 2 хвилини. Тепер потрібно витравити плату трекера. Можна використовувати персульфат амонію. Продається в магазинах радіотоварів. Один і той же розчин можна використовувати кілька разів. Бажано перед застосуванням підігрів рідини до 45 градусів.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Це сильно прискорить процес травлення. Через 20 хвилин травлення успішно завершилося. Тепер потрібно зняти тонер. Знову використовуємо наждачку або ацетон. Тепер можна зробити отвір в платі. Можна приступати до пайки деталей. Серце сонячного трекера - операційний підсилювач lm324n. Два транзистора типу 41с, типу 42с. Один керамічний конденсатор 104. Багато деталей автор розробки замінив на smd тип. Замість діодів 5408 використані їх аналоги smd типу. Головне використовувати не менше 3 ампер. Один резистор на 15 кОм, 1 на 47 кОм. Два фоторезистора. 2 підлаштування резисторів на 100 і 10 кОм. Останній відповідає за чутливість фото датчика. Електрична принципова схема показана на рисунку.

Принцип дії комп'ютеризованої системи вимірювання та контролю просторового положення сонячних панелей полягає в тому, щоб підтримувати на максимальному рівні освітленість об'єкта (в нашому випадку - панелей). З виходу датчиків знімається сигнал який надходить на регулюючий пристрій ПЛК, який на підставі отриманої інформації управляє процесом. Це вплив формується за алгоритмом управління, закладеному в регулятор, далі сигнал з ПЛК надходить на виконавчий пристрій.

Далі отриману енергію передаємо на контролер заряду, який допомагає зберегти ресурси акумуляторних батарей. Він забезпечує профілактику передчасної несправності системи. Акумулятори заряджаються тільки до 80%, а електроенергію, яка поступає зверху, ми віддаємо у мережу, поки не залишиться заряд 60%. Для контролю заряду кожного акумулятора ми використовуємо показання вольтметра. А для контролю їх температури-датчики температури.

Саме такий режим роботи дозволить забезпечити запас електроенергії, якої буде достатньо для споживання будинком та максимально заробити на віддачі енергії у мережу.

Вибір електроприводу

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості електродвигуна використовується колекторний двигун з наступними параметрами:

1) напруга живлення 12В, що обумовлено номінальною напругою сонячних панелей;

2) швидкість обертання вихідного вала приблизно 1 град / сек ($\approx 0,17$ об / хв) для забезпечення високої точності орієнтації;

3) потужність електродвигуна повинна бути достатня для створення крутного моменту: не менше 14,56 Н · м, але не більше 50 Вт, так як при великих потужностях сонячний трекер починає втрачати ефективність в зв'язку зі зростаючим надмірною енергоспоживанням на поворот системи ;

4) міцність вихідного вала для витримування моменту крутіння не менше 14,56 Н · м.

Через вимоги до низької швидкості обертання і високої міцності вихідного вала вирішено використовувати мотор-редуктор, що з'єднується з вихідним валом через черв'ячний редуктор. Обрано мотор-редуктор IG-42GM компанії «Електропривод», основні характеристики якого наведені в табл. 5.1 і габаритні розміри на рис. 5.2.

Таблиця 5.1 – Характеристика мотора-редуктора IG-42GM

Параметр	Значение
Мощность, Вт	47
Скорость, об/мин	13,5
Максимальный крутящий момент, Н·м	3
Напряжение питания, В	12
Максимальный ток, А	5,5
Размеры, мм	45×45×141

Так як максимальний крутний момент на валу двигуна 3 Н · м, а швидкість 13,5 об / хв, то виникає необхідність використання додаткового редуктора для зниження швидкості обертання вихідного вала і підвищення крутного моменту.

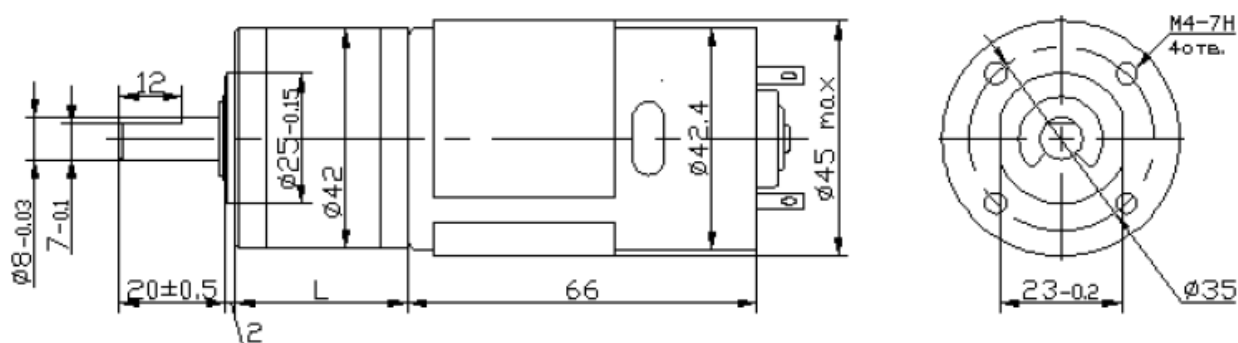
Обрано черв'ячний редуктор NMRV 30 компанії «МехПривод», основні характеристики якого наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Характеристики черв'ячного редуктора NMRV 30

Параметр	Значение
Передаточное отношение	1:80
Максимальный крутящий момент, Н·м	19
Наружный диаметр, мм	14
Внутренний диаметр, мм	10
Размеры, мм	80×97×56

Рисунок 5.2. Габаритні розміри

Швидкість обертання вихідного вала: $13,5 / 80 = 0,169$ об/хв ≈ 1 град /



сек.

Необхідна потужність двигуна при швидкості $n=0,169$ об/хв $\approx 0,00282$ Гц:

$$P_{\text{мін}} = M_{\text{макс}} \cdot \omega = M_{\text{макс}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = 0,26 \text{ Вт.}$$

Потужність вибраного двигуна значно більше мінімального значення, тому основним критерієм вибору є максимальний крутний момент на вихідному валу редуктора, рівний $19 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Таким чином, для сонячної панелі, що складається з двох модулів, досить використовувати мотор-редуктор марки IG-42GM, черв'ячний редуктор NMRV 30, які дозволять здійснювати оптимальне регулювання повороту протягом світлового дня з заданою точністю кута повороту.

Розроблені технічні засоби забезпечують точність регулювання і запас міцності з урахуванням можливого кліматичного впливу.

Незважаючи на загальні вимоги (малі габарити і вага, дешевизна, високий ККД, надійність, безшумність, відсутність радіоперешкод і т.д.), до

виконавчих двигунів пред'являються і специфічні вимоги, пов'язані в першу чергу з керованістю.

1. Електродвигуни, які застосовуються в слідкуючому електроприводі, повинні мати плавне регулювання швидкості в широкому діапазоні.

2. Режим роботи двигуна має бути стійким у всьому робочому діапазоні кутових швидкостей.

Під стійкістю розуміють здатність двигуна відновлювати сталу швидкість обертання при невеликих короткочасних збурюючих впливах (по мережі живлення, по моменту навантаження). Ця вимога виконується в разі, якщо позитивному приросту моменту відповідає негативний приріст частоти обертання ротора, тобто якщо $dM/d\Omega < 0$.

3. Можливість реверсування.

4. Потужність управління має бути малою при значній потужності на валу.

5. Слідкуючий електропривод має володіти високою швидкодією, тобто малим часом відпрацювання сигналу.

Час відпрацювання сигналу визначається, головним чином, електромеханічними перехідними процесами, тому що через значний активний опір електромагнітні перехідні процеси в слідкуючому електроприводі швидкоплинні.

Тривалість електромеханічних перехідних процесів характеризується електромеханічною сталою часу T_m . Відомо, що T_m прямо пропорційна моменту інерції ($T_m = Jd\Omega/dM$). Наприклад, для циліндра момент інерції обчислюється за формулою: $J = 0.5mR^2$

При нелінійній механічній характеристиці кожної її точки відповідає власне значення T_m .

6. Хороші пускові властивості: малий момент ривка, висока кратність пускового моменту і мала кратність пускового струму.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

7. Відсутність "самоходу". При знятому сигналі управління двигун повинен зупинитися без застосування будь-яких гальмівних пристроїв.

Для монтажу силового кола мені потрібно обрати кабелі, що будуть відповідати поставленим умовам. В якості електричного приладу в мене виступає кроковий електродвигун потужністю 0.5 кВт. Для того щоб обрати переріз проводки розраховую необхідний струм та визначаю сам переріз:

$$I_n = \frac{P * 10^3}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{550}{\sqrt{3} * 380 * 0,74 * 0,81} = 1,39 \text{ А}$$

Для визначення перерізу провідника для технологічного устаткування і приладів існують методики: простий (спрощений) метод, розрахунковий метод, експериментальний метод та табличний метод. Доцільно використовувати для обладнання яке працює в особливих умовах, для складних технічних об'єктів, автоматизацій що розробляються для вирішення локальних питань автоматизацій з метою скорочення часу на розрахунок та запобігання помилок при розрахунку доцільно використовувати табличний метод.

В даному проекті використано один двигун потужністю 0,47 кВт, обираємо мідний кабель січення якого 0,5 мм² типу ПВС 3х0,5 + 1х0,5.

Для монтажу та з'єднання приладів в щиті управління ми використовуємо монтажний провід з перетином жили 0,5 мм² типу МПО 0,50 мм².

Згідно з правилами безпеки, в процесі монтажу слід подбати про з'єднання корпусу обладнання з заземлювальним пристроєм. Йдеться про один або декількох електродах, які повинні контактувати з поверхнею ґрунту. Заземлення повітропроводів – установка контакту між певною точкою самого обладнання і тим пристроєм, який виконує функцію заземлення. При проведенні робіт з оснащення приміщень системою необхідно враховувати відповідні норми. Якщо напруга в установці не перевищує 1 кВ, вона повинна приводитися в дію за допомогою системи TN – за допомогою

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

з'єднання трансформатора з пристроєм, який виконує функції заземлювача. Елементи, відкрито проводять струм, приєднуються до попередньої деталі. Для цього використовується нульовий провідник захисту.

Згідно з існуючими нормами безпеки, повітропровід неодмінно повинен бути обладнаний пристроєм, що заземлює. Розрізняють два типи: природне та штучне.

Перший передбачає використання арматури, труб, кабелю з оболонкою зі свинцю, елементів для відводу води. У другому випадку застосовуються такі металеві вироби:

- ☐ стрижні;
- ☐ труби;
- ☐ куточки.

Їх необхідно забити в ґрунт. Контакт між обладнанням і заземлювачем встановлюється через металеві елементи будівлі, труби та електричну проводку. Існують чіткі вимоги до параметрів заземлюючих матеріалів і деталей, які проводять струм. Показники повинні відповідати таким значенням:

- ☐ діаметр круглого перетину – 6 мм;
- ☐ діаметр прямокутного перетину – 48x10 мм.

Заземлююче обладнання з мінімальним опором застосовують, якщо існує потреба в захисті досить високого рівня. Якщо мова йде про магнітної установці, показник повинен бути рівним 0,2 Ом, а для агрегатів з незначною кількістю енергії, що замикається на ґрунті, – не вище 10 Ом.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Розміщення приладів і електричної апаратури відбувається на панелях щитів, пультів електричних шаф. Щити, пульти, електричні шафи виготовляються згідно по розрахованих основних панелях.

При установці електричної апаратури на панелях потрібно врахувати зони їхнього розміщення. Для прокладки електричної проводки враховують коефіцієнт запасу; реле $K_3=1,2$, пускачі $K_3=1,9$, клемники $K_3=2,2$, апаратура сигналізації $K_3=1,1$, кнопки «ПУСК», «СТОП» $K_3=1,2$, одиничні кнопки $K_3=1,1$.

Площа панелі розраховується по формулі:

$$S_{\text{пан}} = \sum S_i \cdot K_3$$

При виконанні системи автоматики у вигляді друкованої плати виконують проектування друкованої плати з виконанням розташування елементів на поверхні плати.

Для визначення сумарної площі для розміщення елементів в щиті зробимо для зручності розрахунків таблицю з габаритними розмірами елементів які в них будуть знаходитись:

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 - Перелік елементів в щиті

Назва елементу	Позна- чення	Ширина, мм	Довжина, мм	Висота, мм	Кількість елементів
Автоматичний вимикач	QF	75	150	150	5
Симісторний пускач	VS	75	75	165	5
Блок живлення	B	150	200	150	1
Реле напруги	KU	100	75	165	1
Контролер управління	KT	100	75	160	1
Частотний перетворювач	G	250	325	190	1

За розрахованими параметрами згідно таблиці 6.1, за площею монтажною поверхні нам підходить щит марки STB 128030X з нержавіючої сталі габаритні розміри якого:

висота - 1200

довжина - 800

ширина - 300

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

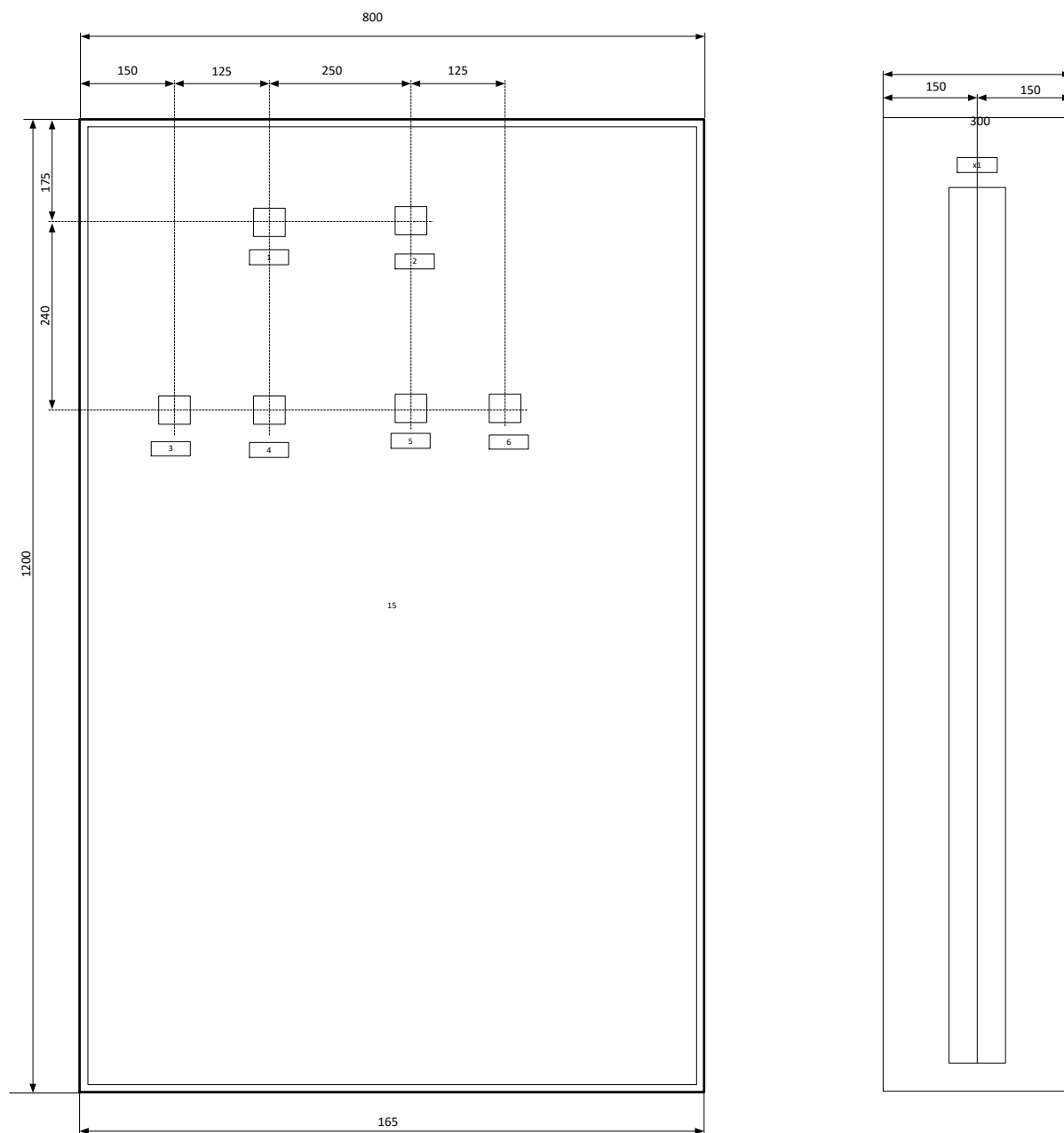


Рисунок 6.1 - Зовнішній вигляд панелі щита

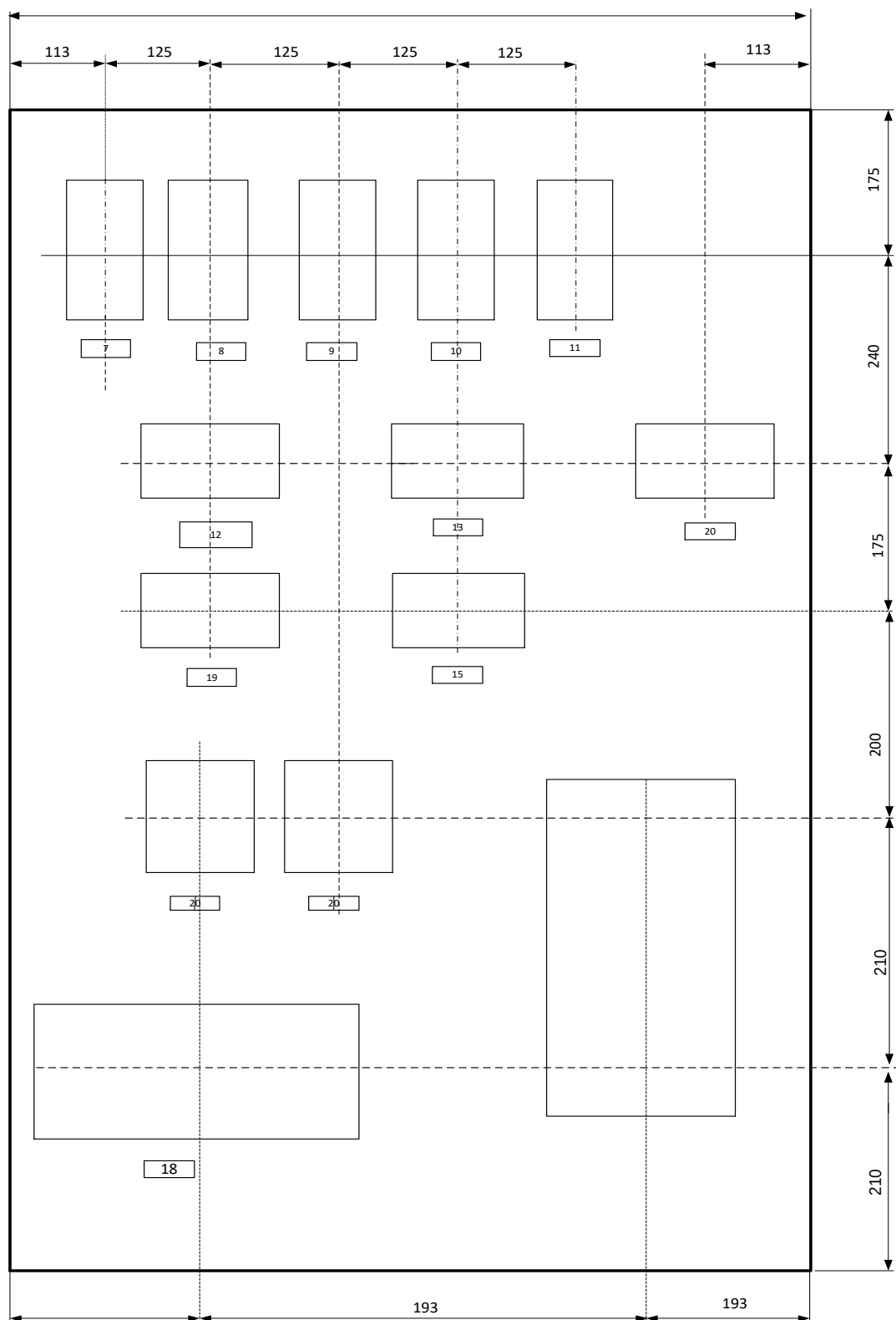


Рисунок 6.2 – Зовнішній вигляд монтажної панелі управління

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МММТ.480003.025-ПЗ

Арк.

62

Контрольно-вимірювальні прилади і регулятори монтують на пультах після їхньої установки на місці експлуатації. Розміщення приладів і апаратів на пультах виконується у відповідності з такими рекомендаціями: Всі прилади та апаратура монтується на задній стінці на зазначених відстанях.

При використанні пультів керування, апаратуру оперативного керування, допоміжні прилади що показують, і сигнальні лампи розташовують на кришці пульта, провідники, які живлять прилади працюють на скручення за для уникнення їх пошкодження при відкриванні кришки пульта, а контрольно-вимірювальні і регулюючі прилади і мнемосхеми розташовуються на задній стінці пульта.

Прилади й апарати групують по об'єктам і управляючим параметрам, а також по їх нагрівними властивостями, тобто, чим більше прилад нагрівається під час роботи, тим вище він має бути розташований, щоб його тепло не передавалося приладам менш схильним до нагрівання. Найкраще розташовують автомати захисту, нижче мікросхеми, блоки тиристори, далі клемники, т.д.

Між приладами повинна бути відстань, що забезпечує їхню експлуатацію. Наприклад, відкриття дверей приладу або висування його корпусу. Ці проміжки повинні забезпечувати доступ до елементів кріплення приладу, його підключення та ін. Крім того, поміж приладні проміжки повинні забезпечувати витривалість панелі.

Обов'язковою вимогою при розміщенні приладів є естетичність, що досягається за рахунок загальної і місцевої симетрії (у межах групи приладів).

Усередині пультів апарату монтують на рейках і трикутниках, закріплених на каркасі. У разі потреби апаратуру можна монтувати в центральній зоні пульта на кутниках і рамках.

Клемні набори для підключення зовнішніх електропроводок звичайно розташовують горизонтально в один або декілька рядів.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дистанція від пульта до місця оператора залежить також від розмірів і виду інформаційних символів на приладах. При використанні пульта та Г-подібної лінії, пульт монтують так, щоб оператор добре бачив весь об'єкт, і не далеко від самої лінії, щоб в разі відлучення оператора до певного вузла лінії, він міг здійснювати швидке керування лінією та побачити сигналізацію.

Монтаж пультів

На місце експлуатації пульти надходять у зібраному виді, але без приладів.

Місцеві й агрегатні пульти розташовують у виробничих помешканнях, якщо вони відповідають вимогам Сніп III-37-73, тобто в чистих і сухих помешканнях, не схильних впливу агресивних середовищ. Місце розташування пульта повинно забезпечувати зручність спостереження. Між пультом, устаткуванням або стінами повинні бути прохід шириною не менше 0.8 м.

Пульти монтують у спеціально призначених помешканнях. Для пульта спеціально готують місце його монтажу. Пульт кріпиться на анкерні болти, які мають бути змонтовані у бетон для фіксування положення пульта. Пульти встановлюють у місці зручному для роботи оператора, але при цьому повинний бути забезпечений доступ для ремонту й обслуговування апаратури. При установці пультів і шаф поблизу транспортних проїздів необхідно передбачити надійні огороження для захисту від механічних ушкоджень із боку транспортних засобів. Шафи і пульти доставляють до місця установки автомобільним або електрифікованим транспортом.

Установив шафи і пульти на фундамент, їх вирівнюють у вертикальній і горизонтальній площинах. Потім через трипільні отвори опускають анкерні болти (діаметром 10..14 мм, довжиною 200..250 мм) і заливають розчин цементу і пуску (у співвідношенні 13). Після витримки розчину протягом 10..15 діб затягують гайки анкерних болтів і роблять оздобу фундаменту.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Вирівнюють болти за допомогою сталевих клинів або прокладок, що підкладають під опорні поверхні. Відхилення пульта від вертикального положення перевіряють рамним рівнем або схилом, при цьому максимальне відхилення у вертикальній (або горизонтальній) площині не повинно перевищувати 1..100 мм.

З метою скорочення тривалості монтажу фундаменти готують із залитими анкерними болтами, що встановлюють по шаблону. Шаблон – це дерев'яна рамка з отворами, розташованими так само, як кріпильні отвори шафи або пульта. У отвори шаблону встановлюють анкерні болти. Шаблон кріплять на опалубці фундаменту. Анкерні болти повинні виступати над рівнем фундаменту на 40..50 мм. Ввід в шафи і пульти роблять знизу або збоку. Конструкція вводу залежить від способу прокладки зовнішніх проводок. Зовнішні лінії до зборок затискачів підключають після закріплення шаф і пультів фундаменті. Встановлені шафи і пульти заземлюють. Провід, що заземлює, приварюють або приєднують на гвинтах до корпусу шафи або пульта і до лінії заземлення. У якості провідника, що заземлює, використовують мідні жили перетином не менше 4мм², сталевий дріт діаметром не менше 6 мм або смугу товщиною не менше 2 мм. (Для заземлення можна використовувати заземлені захисні труби з товщиною стінки не менше 2 мм). Аналогічні вимоги пред'являють до підключення і заземлення електроприладів, установлюваних на устаткуванні. Заземленню не підлягають ті апарати, що установлені на заземлених металоконструкціях і станинах устаткування і мають із ними надійний електричний контакт.

Монтаж електричних проводок між датчиками та вторинними приладами робиться в окремій трубі ізольованими провідниками. Між приладами і захисною трубою невеличкі ділянки прокладатимуться в метало рукавах.

Захисні труби повинні бути заземлені. Необхідно жорстко дотримуватись паспортних даних. Після монтажу проводки заміряють

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мостом Уінстона кожену пару провідників (провідники на датчики заморочені) і виконують корекцію опору лінії, додаванням в неї додаткові котушки, опір яких дорівнює різниці половини опора усієї лінії та опора провідника, що з'єднує датчик і вторинний прилад з точністю до ± 0.01 Ом. Після цього котушку припаюють безпосередньо на вхідному клемнику приладу.

Контрольно-вимірні прилади та сигналізацію встановлюють в утопленому вигляді через прокладку на підготовлений, під час обробітку пульта, передній панелі згідно схеми розміщення. Під'єднання до КВП здійснюють посередництвом штепсельних роз'ємів.

Усі прилади повинні мати електричний зв'язок з заземленням ізольованим мідним провідником перетином 1,5 мм, що закріплений болтом М8 через (пружину) шайбу, що опирається само відгвинчуванню. Для цього можуть використовуватись отвори на пульті, його кріплення.

Для поєднання між собою схем керування, двигунів і датчиків (трансформаторів струму, індуктивних, магнітопружних датчиків, термоопорів КВП) і сигналізацію потрібно використовувати зовнішні з'єднання, які виконують наступним чином:

- розмітка траси;
- виконання траси;
- заготовка захисних труб;
- установка труб і затягування в них провідників забезпечення заземлення, фарбування труб і деталей кріплення;
- обробка кінців провідників для приєднань, маркування.

Прокладку слід вести відкрито в трубах по незгораємих поверхнях. До стінок верстату проводки в трубах і метало рукавах слід кріпити скобами, а де-інде сваркою.

З'єднання захисних трубопроводів виконують стальними прямими муфтами або через спеціальну трубну арматуру ущільненням за допомогою паклі або іншого матеріалу. З'єднання повинні бути на основі різьби.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За допомогою спеціальної трубної арматури в пожежозахищеному виконанні можна проводити розгалуження та зміну напрямку прокладки. У вибухонебезпечних зонах використовують уплотнення проводки.

До пульта трубну проводку можна приєднувати за допомогою патрубків – згону з обов’язковим закріпленням контрагайкою з його сторони. При не співпаданні діаметрів труб треба використовувати футорки.

Датчики і обладнання з трубною проводкою повинні з’єднуватись посередництвом металевих рукавів, які приєднуються за допомогою кінцевих елементів через сальникові ущільнення.

Після розмітки місць апаратури та обладнання проводять виміри довжини місць прокладки метрами, рулетками, відвісами, рівнями та геодезичними приладами. При необхідності робити отвори, їх можна зробити пневматичними або електричними дрелями. В допомогу можна використовувати верстати-стійки.

Після надійного закріплення трубної проводки в неї слід затягувати провідники, згідно з проектною документацією, що покриті найрітовими сумішами. Лінію затягують в три етапи:

- в трубу проштовхують поршень до якого прикріплена міцна нитка і подають стиснене повітря;
- після проходження поршнем труби його змінюють на трос лебідки яку проштовхують у зворотному напрямку;
- на кінець тросу прив’язують головку для закріплення жил і лебідкою витягують провідники.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

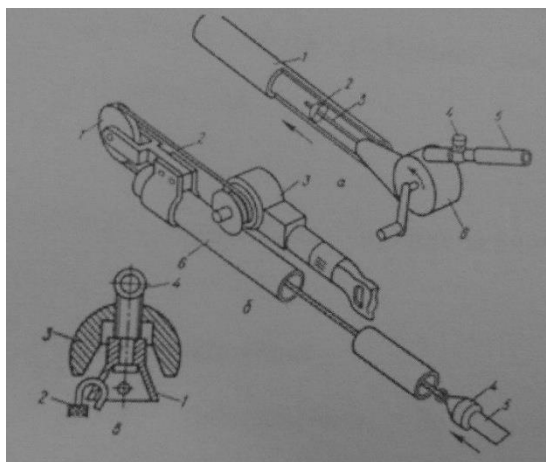


Рисунок 6.3 – Механізм для прокладки проводів в трубах

З'єднання проводів виконується в коробах. З провідників знімається ізоляція спеціальним інструментом, а починаючи з перерізу 2.5 мм² – кліщами.

Місце з'єднання закривають полівініловою трубкою з відповідним маркуванням. Кабелі з'єднують тільки при умові, що довжина проводки більша за довжину кабелю і тільки в спеціальних свинцевих муфтах.

Після цього треба пробником або провіднико-шукачем визначити кінці провідників. При перевірці кінців провідників провіднико-шукачем з опорами різниця між номіналами опорів повинна бути не менш як 100 Ом. В якості загального використовується закисна труба або оболонка кабелю або провід, що відрізняється від інших.

Окінцювання проводів виконується кільцем для одножильних провідників перерізом до 10 мм² круглогубцями, а для багатожильних до 2,5 мм² – ще й вставлянням у пістон спеціальними кліщами. Якщо переріз дроту більший за вказані, то для них розроблені спеціальні наконечники, які надівають кліщами зі змінними пуансонами.

Змонтовані проводки заземляють і фарбують бітумним лаком. Заземлення виконують жовто-зеленим ізольованим мідним проводом з перерізом 2,5 мм² і з'єднують з колом заземлення. Місце з'єднання закривають полівініловою трубкою з відповідним маркуванням.

План виконання робіт (ПВР) складають на монтаж систем автоматики

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

на щойно збудованих і реконструйованих підприємствах, при виконанні капітальних ремонтів і модернізації великих технологічних об'єктів. ПВР складають на основі проектної документації (робочих креслень, специфікацій, кошторисів) і пов'язують зі строками виконання будівельних або монтажних робіт, поставками та монтажем технологічного обладнання і строками введення об'єкта в експлуатацію.

ПВР складають в наступній послідовності:

1) виділяють заготівельні роботи, які проводяться поза будівельним майданчиком, потім монтажні роботи, які виконуються безпосередньо на автоматизуємому об'єкті;

2) визначають об'єм робіт у фізичному та грошовому вираженні та фонд заробітної платні;

3) визначають строки виконання кожного виду робіт, потреби в робочій силі, професійний склад і кваліфікацію працівників;

4) складають графік виконання робіт з вказанням пересувних монтажних бригад;

5) визначають витрати матеріалів й інструмента на весь об'єм робіт;

6) визначають потребу в механізмах, верстатах й іншому обладнанні.

Об'єми робіт визначають з кошторисів по робочих кресленнях і уточнюють по місцю монтажу. Отримані розрахункові дані про об'ємі робіт вносять у відомість об'ємів робіт.

У відомості об'ємів робіт графи „ Найменування робіт ”, „ Одиниці вимірювання ”, і „ Кількість ”, заповнюються на основі кошторисів, складених по робочих кресленнях. Трудовитрати, які вносяться в графи „Кваліфікація”, „Трудоємкість” визначають по цінниках і тарифних довідниках на монтажні роботи. Зарплату (графа „Зарплата”)

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначають за формулою:

$$З = С К_{\text{т}} З_0 ,$$

де С - трудовитрати (графа „Трудомісткість”), чол/год;

$K_{\text{т}}$ - тарифний коефіцієнт, за допомогою якого враховується кваліфікація роботи;

Z_0 - годинна зарплата працівника I розряду даної професії, грн.

Таблиця 6.1 – Об’єми робіт

№ по пор.	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	трудомісткість л/Г	Кількість робітників, чол.	професія	кваліфікація
1	2	3	4	5	7	8	9
1. Заготівельні роботи							
1	Збірка щита керування	шт	1	6	1	сл	3
2	Виготовлення деталей кріплення	шт	20	4	1	сл	3
3	Виготовлення контуру заземлення	шт	1	5	2	сл	3
2. Підготовчі роботи							
1	Виконання каналів для прокладання електричної проводки	м	20	2	2	ем	3
2	Підготовка контура заземлення	шт	1	6	2	ем	3
3. Монтажні роботи							
1	Монтаж електричних проводок	м	100	22	2	м	4
2	Монтаж щита управління	шт	1	4	1	ем	4
3	Встановлення датчиків	шт	6	6	1	ем	4
4	Підключення ламп сигналізації	шт	4	4	1	ем	3
5	Підключення двигунів	шт	1	2	1	ем	3
6	Підключення щита	шт	1	2	1	ем	4
7	Підключення автоматів захисту	шт	5	2	1	ем	4
8	Підключення частотного перетворювача	шт	1	2	1	ем	3
9	Підключення блоку живлення	шт	1	2	1	ем	4
10	Підключення кнопок	шт	2	2	1	ем	3
11	Підключення реле обриву фаз	шт	1	2	1	ем	4
12	Підключення симісторних пускатрів	шт	5	4	1	ем	4
13	Підключення контролеру управління	шт	1	2	1	ем	3
14	Монтаж контура заземлення	шт	1	4	2	м	4
Пусконаладжувальні роботи							
1	Випробування електричних проводок	шт	30	16	2	м	4
2	Пробний пуск та наладка системи управління	раз	1	6	1	м	4
3	Вимірювання опору контуру заземлення	шт	1	4	1	м	4

РОЗДІЛ 7

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА ПРОГРАМИ РОБОТИ СИСТЕМИ

Застосунок буде складатись з веб-сторінки, де користувачеві буде доступна інтерактивна карта та панель обрахунку. Користувач зможе поставити маркер на карті, створити новий або вибрати вже існуючий. Крім того, користувач може редагувати інформацію, що належить кожному маркеру. Усі елементи будуть знаходитись на боковій панелі. Такий підхід зробить інтерфейс максимально інтуїтивно зрозумілим та простим.

На рисунку 7.1 наведений загальний алгоритм роботи комп'ютеризовної системи

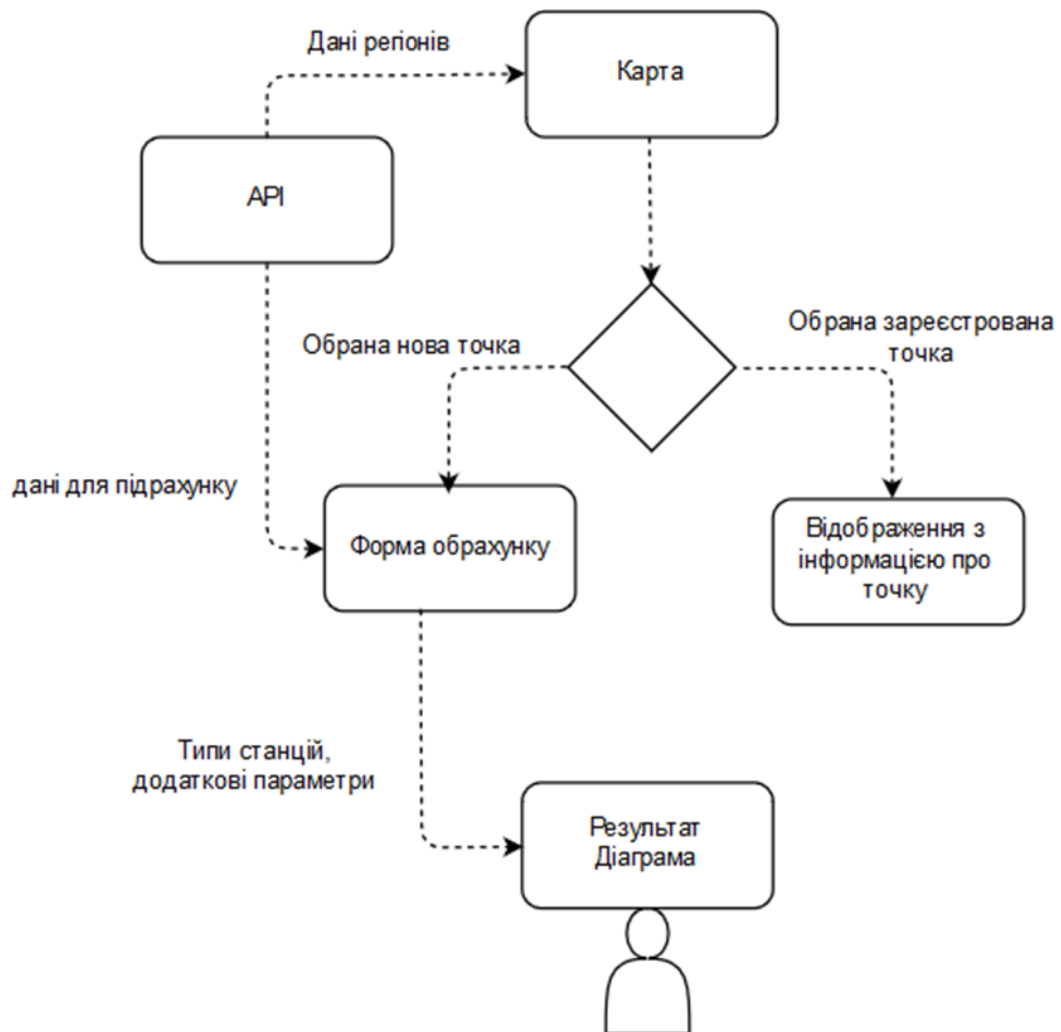


Рисунок 7.1 — загальний алгоритм роботи комп'ютеризовної системи

Опис функціональності системи

Додаток для підрахунку об'єму видобутку електроенергії або гарячої води за допомогою сонця містить має лише одного актора — користувач, який зайшов на веб-сторінку

На рисунку 7.2 представлена діаграма прецедентів, яка описує функції та дії оператора у системі.

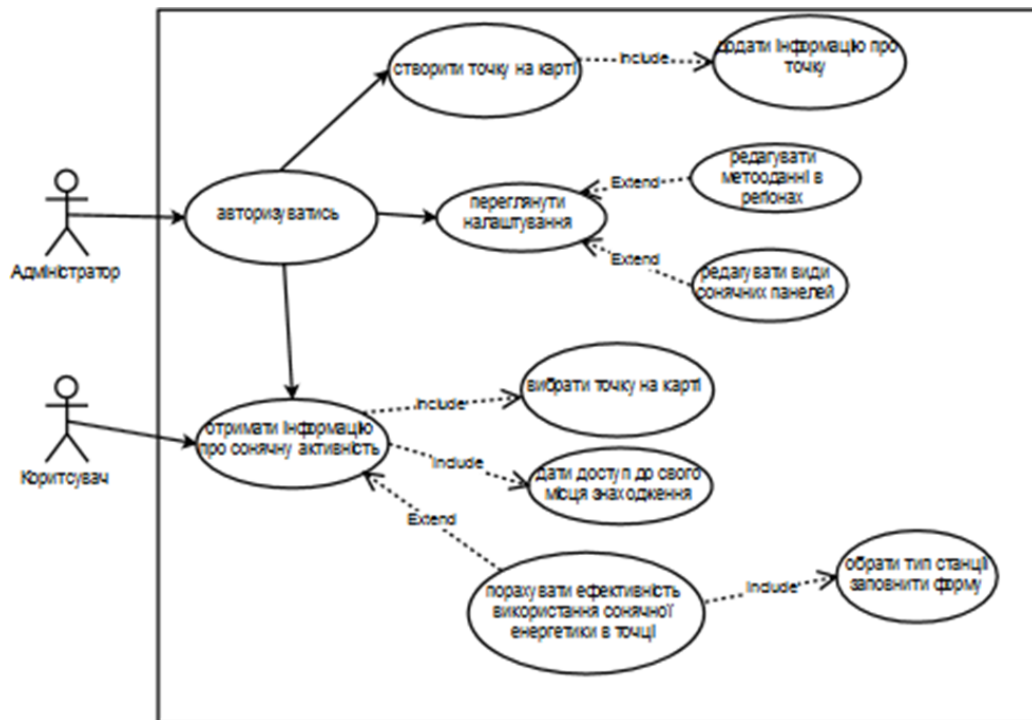


Рисунок 7.2 — Діаграма прецедентів системи

Концептуальна модель бази даних

База даних системи складається з чотирьох таблиць реляційної бази даних, які створюють єдиний інформаційний простір для зберігання та отримання доступу до даних.

Таблиця “Користувач”, яка містить у собі інформацію про користувача системи, основну інформацію про нього та індивідуальні налаштування.

Таблиця “Кут ” містить інформацію найкращий кут в кожний місяць року.

Таблиця “Регіон” є головною, адже містить інформацію про сонячну активність в кожному регіоні.

Таблиця “Маркер” зберігає в собі координати, додаткові фото, координати та опис вказаних точок.

Концептуальна модель бази даних приведена на рисунку 7.3

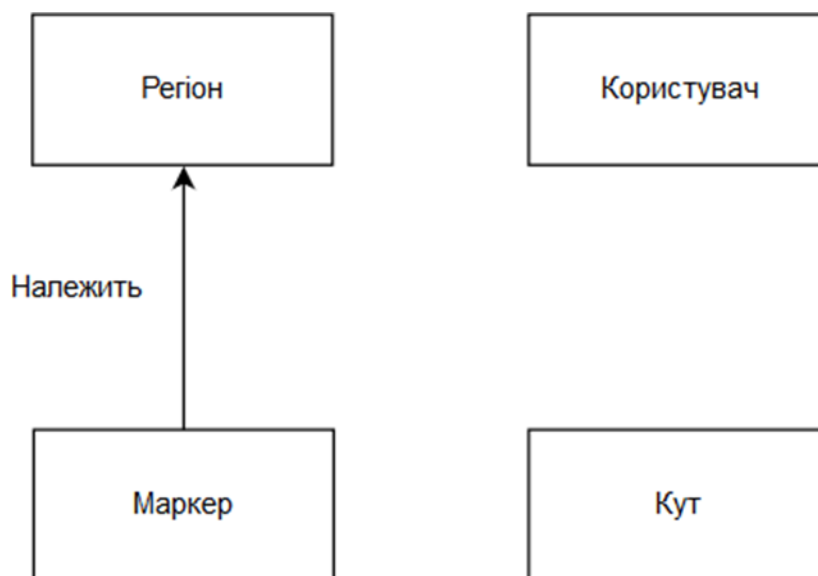


Рисунок 7.3 — Концептуальна модель БД

Опис таблиць бази даних

Для доступу до бази даних для кожної таблиці створюється клас сутності на мові C# з публічними властивостям, який є об'єктним відображенням таблиці в базі даних.

Клас DbContext забезпечує інтерфейс для доступу і CRUD операцій над даними, що зберігаються в базі даних. Клас DbSet відповідає таблиці в базі даних, поле моделі являє собою значення кожного окремого стовпця рядка.

Крім того, використання об'єктно-реляційної проекції дозволяє зручно отримувати данні з таблиць, які мають зв'язок “багато-до-багатьох” та “один-до-багатьох”.

База даних системи реалізована за допомогою ORM Entity Framework. Розглянемо більш детально структури кожної із таблиць бази даних системи розпізнавання пози людини на відеопотоці.

Детальна інформація про їх структури (ім'я, тип і розмір поля, опис поля) приведена у таблицях

Таблиця 7.1 Структура таблиці “Користувач”

Ім'я поля	Тип і розмір поля	Опис поля
Id	nvarchar(450)	Первинний ключ
UserName	nvarchar(100)	Логін користувача
Email	nvarchar(100)	Адреса електронної пошти
PasswordHash	nvarchar(10000)	Хеш паролю

Таблиця 7.2 Структура таблиці “Маркер”

Ім'я поля	Тип і розмір поля	Опис поля
Id	nvarchar(450)	Первинний ключ
Lat	decimal	Координата широти точки
Lng	deciaml	Координата довготи точки
Text	nvarchar(450)	Текс з описом точки

Таблиця 7.3 Структура таблиці “Регіон”

Ім'я поля	Тип і розмір поля	Опис поля
Id	nvarchar(450)	Первинний ключ
Iso	Nvarchar(10)	Исо-код регіону
Name	nvarchar(100)	Назва регіону
AvgValS	decimal	Середнє значення об'єму розсіяних променів сонця в регіоні
AvgValD	nvarchar(450)	Середнє значення об'єму прямих променів сонця в регіоні

Таблиця 7.4 Структура таблиці “Кут”

Ім'я поля	Тип і розмір поля	Опис поля
Id	nvarchar(450)	Первинний ключ
Lat	Int	Широта
Grade	Int	Кут

Розробка кабінету користувача

Кабінет користувача – це основне робоче місце користувача в системі. Він включає в себе інші підмодулі, які виконують основні функції системи, та є елементом компонування в системі.

Підмодулі кабінету користувача: До цих модулів належать наступні:

— модуль редагування даних по областям;

- модуль редагування кутового коефіцієнту;
- модуль керування картою.

Модуль редагування даних по областях

Даний модуль дозволяє користувачу додатку керувати даними сонячної активності з усіх регіонів:

- створювати нові та видаляти старі дані;
- редагувати вже створені;
- переглядати дані в виді таблиці.

Модуль редагування кутового коефіцієнту

Даний модуль дозволяє користувачу додатку керувати кутовим коефіцієнтом:

- створювати нові та видаляти старі дані;
- редагувати вже створені;
- переглядати дані в виді таблиці.

Модуль керування картою

Даний модуль дає користувачу доступ до карти України та встановлених маркерів:

- створювати нові та видаляти старі маркери;
- редагувати вже створені;
- переглядати карту з кольоровим відображенням сонячної активності в регіонах;
- проводити розрахунок прибутку від використання сонячних електростанцій або геліосистем в будь-якій точці України.

РОЗДЛ 8

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ

На практиці використовують орієнтовний розрахунок надійності по середньо груповій інтенсивності відмов елементів. В цьому випадку в якості вихідних даних використовуються значення інтенсивності відмов λ_i елементів різних груп і чисел N_i елементів які входять в систему. Сутність розрахунку зводиться до знаходження T_0 і вірогідності безвідмовної роботи $P(t)$.

Рекомендується наступний порядок розрахунку;

- Елементи спроектованої системи розбивають на групи приблизно з однаковими інтенсивностями відмов і підрахунку кількості елементів N_i в кожній групі.

- По табличним інтенсивностям відмов встановлюють значення λ_i кожної групи елементів.

- Розраховують добуток $\lambda_i N_i$ які характеризують долю відмов, що вносяться елементами кожної групи в загальну інтенсивність відмов системи.

- Визначають загальну інтенсивність відмов системи

$$\lambda_c = \sum_{i=0}^{i=c} N_i \lambda_i$$

- Розраховуємо час напрацювання на відмова T_0

$$T_0 = 1/\lambda_c$$

- Визначаємо ймовірність безвідмовної роботи системи

$$P(t) = e^{-\frac{t}{T_0}}$$

Наприклад:

Розрахунок надійності розробленої схеми:

Двигунів – $2 \text{ шт} \cdot 25 \cdot 10^{-6} = 50 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

Кінцеві вимикачі – $4 \text{ шт} \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 20 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Транзистори – $4\text{шт} \cdot 15 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

Кремнієвих діодів – $4\text{шт} \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 32 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

Резистори – $6\text{шт} \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 24 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

Фоторезисторів – $4\text{шт} \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 5,6 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

$\Sigma \lambda_i \text{Ni} = 191,6 \cdot 10^{-6} [1/\text{год}]$

$T_0 = 1/263,6 \cdot 10^{-6} = 5,21921 \cdot 10^{-9} [\text{год}]$

год, приймаємо: $T_0 = 5,21921 \cdot 10^{-9} [\text{год}]$

$$P(t) = e^{\frac{t}{T_0}}$$

$$P(0) = e^{\frac{0}{T_0}} = e^{-0} = 1$$

$$P(T_0) = e^{\frac{T_0}{T_0}} = e^{-1} = 0.3678$$

Будую діаграму надійності (рис. 8.1)

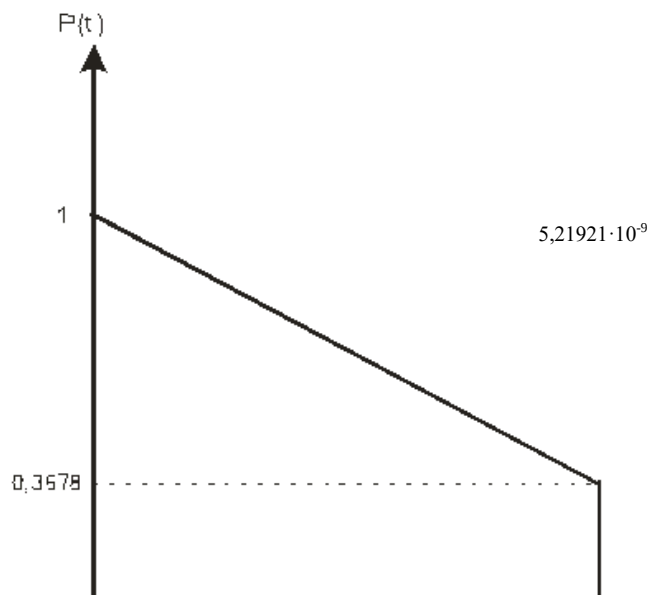


Рисунок 8.1 — Діаграма надійності

РОЗДІЛ 9

ОХОРОНА ПРАЦІ

Небезпечними та шкідливими факторами на робочих місцях в ТОВ "АКВАТЕРМ-АЛЬЯНС" виступає небезпечна напруга, а саме 600 В та 1000 В для електроустановок, небезпека загорання апаратури або матеріалів та забруднення повітря шкідливими та отруйними газами .

Нормальна життєдіяльність людини вагомо залежить від умов зовнішнього середовища, зокрема виробничого. Адже в процесі трудової діяльності на організм людини чиниться своєрідний “тиск” несприятливими виробничими факторами, що прямо чи опосередковано впливають на її здоров’я та працездатність. Серед виробничих факторів прийнято розрізняти небезпечні та шкідливі.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров’я працівника. Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров’я, зниження працездатності працівника.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать: рухомі машини та механізми; пересувні частини виробничого устаткування; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;

підвищена чи понижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації; підвищені чи понижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря; небезпечне значення напруги в електричному колі; підвищена напруженість електричного чи магнітного

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полів; відсутність чи нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на:

1. загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму;
2. подразнюючі, що викликають подразнення дихального тракту та слизових оболонок;
3. сенсibiliзуючі, що діють як алергени;
4. канцерогенні, що викликають ракові захворювання;
5. мутагенні, що призводять до змін наслідкової інформації;
6. такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні грибки та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини). До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження). Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.

Залежно від наслідків впливу на працюючих шкідливих та небезпечних виробничих факторів розрізняють виробничі травми, професійні захворювання та професійні отруєння, внаслідок яких може відбутись зниження або втрата працездатності (тимчасова чи постійна, повна чи часткова), можливий і фатальний кінець.

Виробнича травма – порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок дії виробничих факторів.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов’язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Професійне отруєння – це порушення стану здоров’я в результаті дії шкідливих речовин при їх проникненні в організм людини у виробничих умовах. Довготривалий вплив незначних доз шкідливих речовин (однак децю вищих за ГДК) призводить до хронічних отруєнь. Проникнення в організм великої кількості шкідливих речовин за короткий час (не більше доби) спричинює гострі отруєння.

Працездатність людини при фізичній роботі залежить від низки чинників: індивідуальних особливостей людини, ступеня тренуваності, фізичного розвитку, професійної підготовки.

Розумова діяльність людини визначається в основному участю в трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття. При розумовій роботі уповільнюється частота серцевих скорочень, підвищується кров’яний тиск, послаблюються обмінні процеси, зменшується кровопостачання кінцівок та черевної порожнини, водночас збільшується кровопостачання мозку (у 8–10 разів порівняно зі станом спокою). Розумова діяльність дуже тісно пов’язана з роботою органів чуття, в першу чергу органів зору та слуху. Порівняно з фізичною діяльністю при окремих видах розумової діяльності (робота конструкторів, операторів ЕОМ, учнів та вчителів) напруженість органів чуття зростає в 5–10 разів. Це зумовлює більш жорсткі вимоги щодо рівнів шуму, вібрації, освітленості, вентиляції саме при розумовій діяльності.

Незважаючи на суттєві відмінності, поділ трудової діяльності на фізичну та розумову досить умовний. З розвитком науки та техніки, комп’ютеризації та механізації трудових процесів, межа між ними все більше згладжується.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Створення дійсно комфортної і затишної атмосфери на робочому місці не тільки збільшує продуктивність і ефективність трудового процесу, але і є обов'язковою умовою, яку висувають санітарні органи. Тому послуги електромережі є настільки ж важливими на виробництві, як і елементи системи центрального опалення або вентиляційні системи. Монтаж подібних систем – досить складна і трудомістка робота, тому звичайно її не роблять своїми руками, а довіряють професіоналам, які володіють солідним досвідом.

Суттєвий вплив на стан організму працівника, його працездатність здійснює мікроклімат (метеорологічні умови) виробничого приміщення, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цього приміщення, який визначається температурою, відносною вологістю, рухом повітря та тепловим випромінюванням нагрітих поверхонь, що в сукупності впливають на тепловий стан організму людини.

В процесі трудової діяльності людина перебуває у постійній тепловій взаємодії з виробничим середовищем. За нормальних мікрокліматичних умов в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 °C).

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого збезводнюється, порушується обмін речовин. Тому працівники “гарячих” цехів забезпечуються газованою підсоленою водою.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Однак надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У жарких виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Рухоме повітря при низькій температурі викликає переохолодження організму. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протягом), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання.

Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак небезмежні. Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30–31 °С при відносній вологості 85% чи 40 °С при відносній вологості 30%. При виконанні фізичної роботи ця межа значно нижча. Так, при виконанні важкої роботи теплова рівновага зберігається при температурі повітря 12–14 °С.

Таким чином, для нормального теплового самопочуття людини важливе певне співвідношення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря. На сьогодні основним нормативним документом, що визначає параметри мікроклімату виробничих приміщень є санітарні норми ДСН 3.3.6.042-99. Період року визначається за середньодобовою температурою зовнішнього середовища $t_{сд}$. При $t_{сд} < +10^{\circ}\text{C}$ – холодний період року, а якщо $t_{сд} \geq +10^{\circ}\text{C}$ – теплий.

Під оптимальними мікрокліматичними умовами розуміють комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину створюють комфортні теплові відчуття та збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції.

Допустимі мікрокліматичні умови – комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину можуть

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

викликати дискомфортні відчуття та зміни теплового стану організму, однак вони швидко минають і нормалізуються за рахунок напруження механізмів терморегуляції в межах фізіологічних пристосувальних можливостей.

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах.

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо - та пилоподібні речовини, через шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання або при внесенні їх в рот забрудненими руками. Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м²) всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров.

Шкідливі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом в організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму. Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень).

Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини, потрапивши в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване “депо” і затримуватись в ньому тривалий час.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати “накопичення” функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Ступінь несприятливого впливу шкідливих речовин, що присутні в повітрі робочої зони, визначається також низкою інших чинників. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, в більшості випадків, підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах, проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці, залежно від токсичності речовин) медичні огляди.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини, спричинюють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) за час всього трудового стажу не може викликати професійних захворювань або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці, так і у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь.

Для обслуговування систем АФЕУ персонал знаходиться у відповідних приміщеннях які повинні бути облаштовані системами вентиляції та кондиціонування. Системи вентиляції і кондиціонування забезпечують в приміщеннях, де виділяються шкідливі речовини, повітрообмін, при якому концентрація газів, парів або пилу не перевищує нормативної гранично допустимої концентрації шкідливих речовин. При виділенні горючих газів або пилу в приміщеннях з короткочасним перебуванням людей системи забезпечують повітрообмін, при якому концентрація вибухонебезпечних речовин у повітрі приміщення не перевищує гранично допустиму

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухобезпечну концентрацію. У приміщеннях категорій А і Б системи вентиляції і кондиціонування повітря запобігають поширенню вибухонебезпечних і шкідливих речовин через дверні і технологічні отвори, а також нещільності в огорожувальних будівельних конструкціях. З допомогою витяжних систем місцевої вентиляції уловлюються горючі пари, гази, пил і виробничі відходи від місць їх виділення, що дозволяє запобігти накопичення горючих речовин у приміщенні. Системи вентиляції запобігають утворенню вибухонебезпечних сумішей в приміщеннях при аварії технологічного обладнання з інтенсивним виділенням вибухонебезпечних парів або газів.

Запобігання утворенню вибухонебезпечного середовища в приміщеннях категорій А і Б досягається застосуванням робочої та аварійної вентиляції, а також конструктивними рішеннями. Витрата повітря, яке необхідно подавати в приміщення для забезпечення гранично допустимої вибухобезпечною концентрації парів і газів, визначають розрахунком на підставі кількості речовин, що надходять в приміщення. При відсутності даних про кількість що виділяються в повітря приміщень шкідливих і вибухонебезпечних речовин витрата вентиляційного повітря визначають по кратності повітрообміну.

Матеріал для виготовлення повітропроводів, колекторів, фільтрів і шумоглушників для вентиляційних систем вибирають залежно від характеру переміщуваного середовища з урахуванням вимог пожежної безпеки. Повітропроводи виготовляють із негорючих матеріалів при прокладанні їх в приміщеннях і складах категорій А, Б і В, приміщеннях житлових, громадських і адміністративно-побутових, технічних поверхах, горищах і підвалах загального призначення, у приміщеннях для розміщення вентиляційного обладнання, а також при переміщенні по повітропроводах повітря з температурою 80 °С і більше або вибухонебезпечних і пожежо - небезпечних сумішей. Повітропроводи з важкогорючих матеріалів допускається передбачати для систем вентиляції одноповерхових житлових, громадських і

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

адміністративно-побутових будинків (крім приміщень з масовим перебуванням людей), а також для приміщень категорій Г і Д (крім колекторів і транзитних ділянок).

Для очищення повітря, що подається в приміщення вентиляційними системами, встановлюють волокнисті фільтри з негорючих матеріалів або масляні фільтри з замасливачами з температурою спалаху не нижче 130 °С.

З негорючих матеріалів виконують шумоглушники для систем вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалення, а також теплову ізоляцію поверхонь вентиляційного устаткування, кондиціонерів і повітропроводів для приміщень категорій А і Б, поверхонь обладнання і повітроводів, розміщених на горищах і в підвалах загального призначення.

Металеві повітропроводи, вентилятори і знепилюючі обладнання заземлюють з урахуванням вимог ПУЕ, якщо системи вентиляції видаляють вибухонебезпечні речовини. Для запобігання попадання в системи вентиляції предметів, які при ударі викреслюють іскри, застосовують захисні сітки в місцях забору повітря або магнітні вловлювачі.

До експлуатації допускаються вентиляційні системи, які повністю пройшли передпускові випробування і мають інструкції з експлуатації, журнали ремонту та експлуатації. Інструкції з експлуатації систем вентиляції вибухонебезпечних виробництв повинні бути складені по кожному вентиляюемому приміщенню (цеху, відділення) або технологічному ділянці. В них повинні бути вказані порядок включення і виключення обслуговуючим персоналом вентиляції при нормальних умовах експлуатації і в аварійному випадку, а також порядок і терміни очищення повітроводів і обладнання.

Вогнегасні речовини та засоби пожежогасіння

Гасіння пожежі полягає у припиненні процесу горіння. Існують такі способи припинення горіння:

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. охолодження зони горіння або речовин, що горять;
2. зниження швидкості реакції окислення за рахунок розбавлення реагуючих речовин;
3. ізоляція речовин, що горять, від зони горіння;
4. хімічне гальмування реакції окислення.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів, які можна поділити на: охолоджуючі (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та інші); розбавляючи (вуглекислий газ, водяна пара, інертні гази та інші); ізолюючи (хімічна та повітряно-механічна піна, вогнегасні порошки, пісок та інші); засоби хімічного гальмування горіння (брометил, хладон, склад 3,5 та інші).

До первинних засобів гасіння пожежі відносять переносні (не більше 20 кг) та пересувні (не більше 450 кг) вогнегасники (типу ВВП-10; ВВ-2; ВП-2; ВАХ-0,5), внутрішні пожежні крани, відра, бочки з водою, лопати, ящики з піском (об'ємом не менше 0,5 м³), кошма, лом, гак, багор, сокири, а також пожежний інвентар. (пожежний щит – фарбується у білий колір з червоною кайомкою). Первинні засоби пожежогасіння застосовують при ліквідації невеликих загорань до приведення в дію стаціонарних та на пів стаціонарних засобів гасіння пожежі або до прибуття пожежної команди. Кожне приміщення, відділення, цех, рухомий склад повинні бути забезпечені такими засобами відповідно нормам оснащення протипожежним обладнанням та інвентарем. Одним із головних критеріїв обґрунтування потрібної кількості вогнегасників є клас потенційно можливої пожежі горючих речовин і матеріалів у захищуваному приміщенні. В Україні діє ГОСТ 27331-87 „Пожарна техніка, класифікація пожежів”, що встановлює класи пожеж та символи класів пожеж. Відповідно до цього стандарту всі пожежі поділяються на класи: А – пожежі твердих речовин; В – пожежі рідких речовин; С – пожежі газів; Д – пожежі металів; Е – пожежі пов'язані з горінням електроустановок. Вибір типу і розрахунок необхідної кількості

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вогнегасників проводиться на підставі рекомендацій („Типових норм належності вогнегасників” від 02.04.2004р.) в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі в приміщенні чи об’єкту, що потребує захисту. Громадські будівлі та споруди промислових підприємств повинні мати на кожному поверсі не менше двох ручних вогнегасників. При захисті приміщень, в яких знаходяться електронно-обчислювальні машини, копіювальна та інша оргтехніка, а також телефонних станцій, архів тощо, необхідно враховувати специфіку вогнегасних речовин у вогнегасниках, що можуть призвести під час гасіння пожежі до псування обладнання. Такі приміщення рекомендується забезпечувати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням гранично допустимої концентрації вогнегасної речовини. Максимально допустима відстань від можливого осередку пожежі до місця розташування вогнегасника має бути: 20 м. – для громадських будівель та споруд; 30 м. – для приміщень категорії А, Б, В (горючі гази та рідини); 40 м. – для приміщень категорії В і Г; 70 м. – для приміщень категорії Д. Для гасіння великих загорань у приміщеннях застосовують стаціонарні установки хімічного та повітряно-пінного гасіння. До розповсюджених автоматичних стаціонарних засобів гасіння пожежі відносять установки водяного та пінного пожежогасіння, а також установки газового та порошкового пожежогасіння.

З перелічених засобів пожежогасіння в офісі присутні вогнегасники, пожежні щити, ящики з піском, пожежні крани, та пожежні рукави.

Заходи з пожежної безпеки для механічних, електричних, слюсарних приміщень

Механічні, слюсарні, електричні майстерні відносяться до об’єктів з підвищеною пожежонебезпечністю в силу своїх специфічних особливостей: умов виконання робіт, наявності спеціальних технологій, насиченості приміщення агрегатами та машинами підвищенні небезпечності.

Співробітники майстерень зобов’язані:

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Добре знати особливості свого виробництва або виконувані роботи, основні причини— можливого виникнення пожежі та постійно враховувати їх при повсякденній діяльності.

2. Перед початком кожного робочого дня перевірити працездатність закріпленого за робітником обладнання. При всіх виявлених несправностях терміново доповідати керівнику робіт та добиватися ремонту обладнання.

3. Кожного дня проводити прибирання свого місця по закінченні робочого дня.

4. Не допускати перегріву робочих механізмів, станків, приладів та окремих вузлів в них. У випадку перегріву провести виключення обладнання від джерел живлення та дочекатися їх охолодження. При систематичних перегрівках обладнання доповісти про це керівнику. Температура нагріву механізмів та обладнання не повинна перевищувати 60 С.

5. Систематично в ході роботи з електроприладами та апаратами підвищеної небезпеки здійснювати виміри їх параметрів стану з використанням приладів в іскробезпечному виконанні.

6. Своєчасно проводити поточний, профілактичний та капітальний ремонт обладнання у відповідності з затвердженим графіком. Про порушення графіка ремонтів доповісти керівнику та добиватися всіма доступними та правомірними діями його проведення.

Співробітникам майстерень забороняється:

1. Працювати на неробочому обладнанні та неробочому інструменті а також на обладнанні, яке не пройшло профілактичного ремонту.

2. Працювати на станках, агрегатах і т.д. не закріплених за працівниками, дозволяти стороннім особам працювати на обладнанні без письмового дозволу керівника робіт.

3. Користуватися саморобними запобіжниками, використовувати обладнання не по прямому призначенню.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Самовільно змінювати розташування обладнання та проводити підключення до інших джерел живлення.

5. Користуватися подовжувачами та переносними розетками, якщо проводом перегороджуються проходи.

6. Користуватися електропобутовими та нагрівальними приладами.

7. Курити у невідведеному для цього місці.

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

1. негайно повідомити про це службу порятунку за номером телефону – 101 (112). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

2. вжити заходів щодо гасіння пожежі з використанням первинних засобів пожежогасіння;

3. вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;

4. організувати рятування людей (евакуацію), вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;

5. перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу;

6. забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;

7. організувати взаємодію з аварійними службами (електротехнічною, газовою, сантехнічною та транспортною)

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У кваліфікаційній роботі вирішено завдання по підвищенню точності та швидкодії вимірювання та контролю просторового положення панелей сонячної електростанції, що забезпечує підвищення ефективності технологічного процесу виробництва електричної енергії автоматизованою фотоелектричною енергоустановкою (АФЕУ). Проведені розробки та дослідження дозволили отримати наступні основні результати:

1. Підвищено точність визначення просторового положення і позиціонування панелей сонячної електростанції та на цій основі підвищено ефективність технологічного процесу виробництва електричної енергії у АФЕУ. Комп'ютеризована система вимірювання та контролю (КСВК) за рахунок вимірювань просторового положення та позиціонування панелей забезпечує стеження за Сонцем та максимальну енергетичну ефективність сонячних батарей. Контроль та управління просторовим положенням здійснюється з урахуванням збурюючих впливів, в тому числі вітрового навантаження.

2. Запропоновано структуру КСВК з безперервно-дискретним стеженням АФЕУ за Сонцем з регульованим дискретним кроком переміщення під час стеження в залежності від виміряної поточної освітленості. Це забезпечує задану точність спостереження та позиціонування, підвищення енергетичної ефективності сонячних батарей.

3. Розроблено методику і алгоритм управління електромеханічним виконавчим механізмом, що працює в режимі позиціонування, який забезпечив зменшення споживання енергії електромеханічним виконавчим механізмом в режимі стеження сонячних батарей за Сонцем.

4. Розроблено математичні і комп'ютерні моделі, за допомогою яких проведено експерименти та підтверджено основні результати.

5. Розроблено вимірювальний канал та двокоординатний

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електромеханічний виконавчий механізм для АФЕУ, що забезпечує стеження за Сонцем по азимуту від 0 градусів до 270 градусів і по куту місця від 0 градусів до 90 градусів з точністю $\pm 0,5^\circ$.

6. Результати розробки та проведених досліджень можуть бути використані в задачах проектування та оптимізації режимів роботи сонячних фотоелектричних станцій різної потужності.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комарова О. Альтернативні джерела енергії в Польщі (18.05.2016) [Електронний ресурс] / Ольга Комарова // Енергія природи: інформаційний портал про альтернативні джерела енергії у світі та Україні. – Електронні дані.– Режим доступу. - <http://alternativenergy.com.ua/blog/2016/05/18/energy-polish-2/> (дата звернення 16.12.2016 р.). – Назва з екрана.

2. Тарасенко А.Б. Техніко-економічні аспекти мережевої сонячної енергетики в Україні. / А.Б. Тарасенко, В.Л Кочаков, Е.Е.Терукова // Журнал технічної фізики. – 2014. – К. – 85-92 с.

3. Поворотное устройство для слежения за Солнцем. Available – URL: <http://www.selteq.com> Last accessed 18th October 2016

4. DITRAS. Available – URL: <http://www.suninfofocus.com.ua/ru/products/index.html>

Last accessed 18th October 2016

5. TITAN TRACKER FPV model TT125-211 ATR. Available – URL: http://www.titantracker.es/v_portal/apartados/apartado.asp?te=701 Last accessed 25th October 2016

6. Home Solar Panels, Commercial & Utility-Scale Solar Solutions Available – URL: <http://www.us.sunpower.com> Last accessed 12th November 2016

7. Лебедев Е.Д. Управление вентилями электроприводами постоянного тока. / Е.Д. Лебедев, В.Е.Неймарк, О.В. Слежановский // Издательство МАИ. –2003. – М. – 200с.

8. Сорокин Г.А. Электроприводы энергетических гелиоустановок без концентрации излучения. / Г. А. Сорокин // Электромеханика. – 2005. – М. – 176с.

9. Беленький Ю.М. Опыт разработки и применения бесконтактных моментных приводов. / Ю.М. Беленький, Г.С. Зеленков, А.Г. Микеров // Изд-во ЛДНТП, Ленинградское отделение. –1987.–Л. – 29 с.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Голландцев Ю.А. Вентильные индукторно-реактивные двигатели./ Ю.А. Голландцев, Е.М. Потапенко, Е.В. Васильева // ГНЦ-ЦНИИ «Электроприбор».–2003. – М –148 с.

11. Электродвигатель шаговый ШД – 5Д1МУЗ. Технические условия: ТУ16 – 515.166.79.

12. Осипов О.Ю. Мультикоординатные электромехатронные системы движения: монография / О.Ю. Осипов, Ю.М. Осипов, С.В. Щербинин // Системы управления и радиоэлектроника.– 2010. – М.– 320 с.

13. Система следящая за солнцем для параболического концентрирующего солнечного водяного коллектора Available – URL: <http://www.delaysam.ru/dachastroy/dachastroy57.html> Last accessed 20th February 2017

14. Тхеин Лин У. Исследование и разработка автоматических систем управления мобильных солнечных энергетических установок в условиях длительного затенения: дис. канд. техн. наук: 05.13.06 / Тхеин Лин У.–2010. – М. – 158с.

15. Safeguard Features: Solar Tracker Products by Powerhouse Systems in Stratford Ontario Available – URL: <http://www.powerhousesolar.ca/solar-pv-tracker/safeguards/> Last accessed 13th February 2017

16. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник /В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.

16. Информационно-измерительные системы. Применение интеллектуальных модулей, методов и средств повышения точности физических измерений: Монография / А.А. Зори, С.И. Клевцов, В.Д. Коренев и др. – Донецк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 206 с.

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений Рік видання: 1991 Місце видання: Л. Видавництво: Энергоатомиздат Автор: Новицкий П.В., Зограф И.А. Авторський знак: Н73 Вид автора: персона Мова: Російська Обсяг: 304с. Шифр: 621.317 УДК: 621.317 ISBN: 5-283-04513-7

18. Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи) Рік видання: 1983 Місце видання: Ленинград Видавництво: Энергоатомиздат Автор: Левшина Е.С., Новицкий П.В. Авторський знак: Л37 Вид автора: персона Мова: Російська Обсяг: 320с.

19.https://bib.convdocs.org/v34945/спектор_с.а._электрические_измерения_физических_величин

20.https://bib.convdocs.org/v38145/ларионов_а.н.,_чернышв_в.в.,_ларион_ова_h.h._погрешности_измерения_физических_величин

21. Ларионов А.Н., Чернышёв В.В., Ларионова Н.Н. Погрешности измерения физических величин

22.https://bib.convdocs.org/v30920/профос_п._ред._измерения_в_промышленности._справочник._кн._3._способы_измерения_и_аппаратура

23. Шваб И.А., Селезнев А.В. Измерение угловых ускорений Рік видання: 1983 Місце видання: М. Видавництво: Машиностроение Автор: Шваб И.А., Селезнев А.В. Авторський знак: Ш33 Вид автора: персона Мова: Російська Обсяг: 160с.

24. Забашта Ю.П., Самошкин Б.Б. Микропроцессорные системы управления Рік видання: 1986 Місце видання: К. Видавництво: УМК ВО Автор: Забашта Ю.П., Самошкин Б.Б. Авторський знак: 3-12 Вид автора: персона Мова: Російська Обсяг: 77с. Шифр: 004.31(07) УДК: 004.31(07)

25. Самошкин Б.Б., Мелешко В.В., Степанковский Ю.В. Навигационные приборы и системы Рік видання: 1986 Місце видання: К. Видавництво: Вища школа Автор: Самошкин Б.Б., Мелешко В.В.,

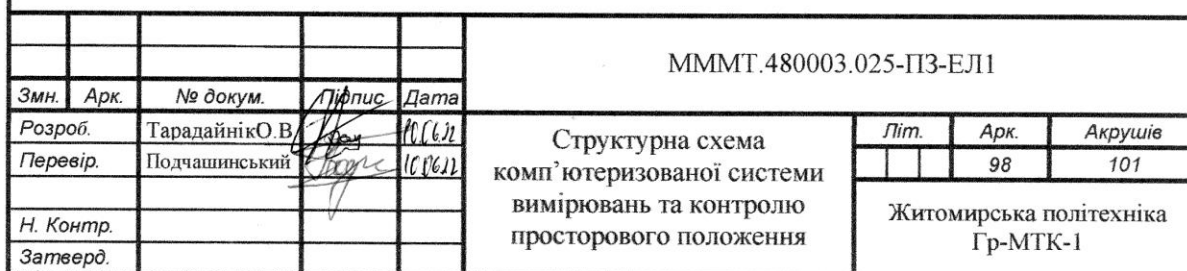
					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

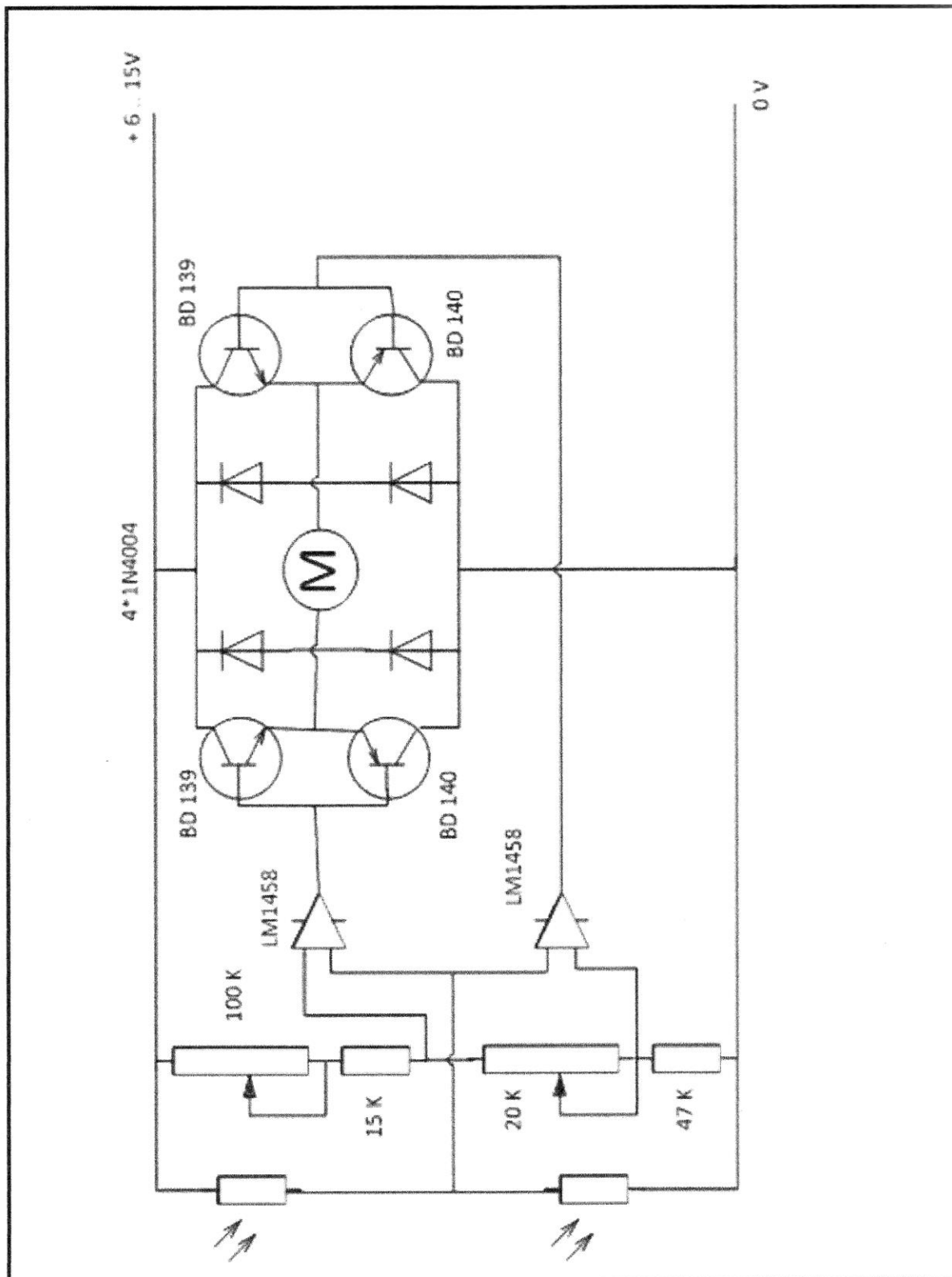
Степанковский Ю.В. Авторський знак: С-17 Вид автора: персона Мова: Російська Обсяг: 343с. Шифр: 629.1(07) УДК: 629.1(07)

26. Самотокін Б.Б. Лекції з теорії автоматичного керування Рік видання: 2001 Місце видання: Ж. Видавництво: ЖІТІ Автор: Самотокін Б.Б. Авторський знак: С17 Вид автора: персона Мова: Українська Обсяг: 508с. Шифр: 681.5.01(07) УДК: 681.5.01(07) ISBN: 966-7570-50-9

					МММТ.480003.025-ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ



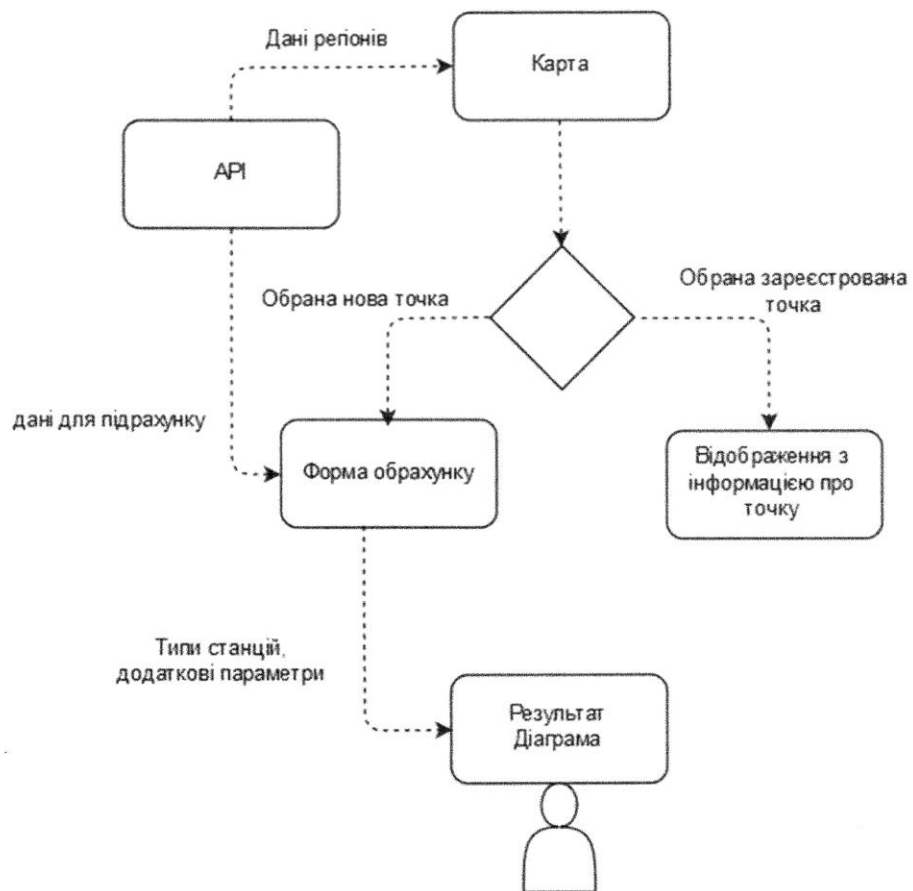


МММТ.480003.025-ПЗ-ЕЛ2				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Тарадайнік О.В.	<i>[Signature]</i>	10.06.77
Перевір.		Подчашинський	<i>[Signature]</i>	10.06.77
Н. Контр.				
Затверд.				

Схема електрична принципова			Літ.	Арк.	Акрушіє
				99	101
			Житомирська політехніка Гр-МТК-1		

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
М	електричний двигун актуатора	1	
LM1458	мікросхема операційного підсилювача	2	
BD139	транзистори	2	
BD140	транзистори	2	
LDR	фоторезистори	2	
1N4004	діоди	4	
	прості й підстроювальні резистори.	2	

					МММТ.480003.025-ПЗ-ПЕЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система вимірювання та контролю просторового положення панелей сонячної електростанції Перелік елементів	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Тарадайнік О.В.		10.06.21				
Перевір.		Подчашинський		10.06.21			100	101
Н. Контр.						Житомирська політехніка Гр-МТК-1		
Затверд.								



					МММТ.480003.025-ПЗ-ЕЛЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Алгоритм роботи ком'ютеризованої системи			
Розроб.		Тарадайнік О.В.		10.06.11				
Перевір.		Подчашинський		10.06.11	Житомирська політехніка Гр-МТК-1			
Н. Контр.								
Затверд.								
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						101	101	