

ДВНЗ УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: ПРИСТРІЙ ЗАРЯДКИ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Студента __2 року навчання

спеціальність: 171 – електроніка

Михайло ГАТ'ЯН

(прізвище та ініціали)

Керівник Тарас ЗАЯЦЬ

(прізвище та ініціали)

ДОЦЕНТ, к.ф.-м. наук

(посада, вч. звання, наук. ступінь)

Національна оцінка _____

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Члени комісії:

_____	(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	(підпис)	(прізвище та ініціали)
_____	(підпис)	(прізвище та ініціали)

УЖГОРОД - 2021

Державний вищий навчальний заклад
Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну магістерську роботу

на тему:

ПРИСТРІЙ ЗАРЯДКИ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОРІВ

Студента групи ЕС: ГАТ'ЯНА Михайла Анатолійовича ()

Керівник проекту: доц. ЗАЯЦЬ Тарас Михайлович ()

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Спеціальність 171 Електроніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.ф.-м.н., доц. Тарас ЗАЯЦЬ

" ___ " _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ студенту Михайлу ГАТ'ЯНУ (ім'я, прізвище)

1. Тема КМР Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів

керівник роботи Тарас ЗАЯЦЬ к.ф.-м.н.

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від " ___ " _____ 20__ року № ____.

2. Строк подання студентом роботи " ___ " _____ 2021 року.

3. Вихідні дані до роботи. Провести пошук аналогів пристроїв зарядки літій-іонних акумулятора. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження. Забезпечити: струм зарядки 20...200 мА, струм розрядки 2...20 мА, напруга автоматичного відключення зарядки 1,2...13,5 В, напруга автоматичного включення зарядки 0,8...13,1 В, тривалість імпульсів струму зарядки 3,3 мс, тривалість імпульсів струму розрядки 6,6 мс.

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

Вступ

1. Огляд та аналіз прототипу та аналогів об'єкту досліджень

2. Проектно – конструкторський розділ

2.1. Опис структурної та принципової схем пристрою

2.2. Розрахунок окремих блоків пристрою

Висновки

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

1. Структурна (функціональна) схема

2. Електрична принципова схема

3. Друкована плата

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2	Заяць Т.М.		
2,2.1	Спесивих О.О.		
Нормоконтроль	Мешко Р.О.		

7. Дата видачі завдання " ____ " _____ 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання КБР	Строк виконання етапів проекту	При мітка
1	Пошук аналогів об'єкта проектування		
2	Огляду та аналіз аналогів		
3	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції		
4	Синтез структурної та принципової схем, друкованої плати їх розрахунок		
5	Виготовлення конструкторської документації.		
6	Конструкторська–технологічна розробка плати		
7	Техніко-економічне обґрунтування		
8	Оформлення магістерської кваліфікаційної роботи		

Студент

Михайло ГАТ'ЯН

(підпис)

Керівник КМР

Тарас ЗАЯЦЬ

(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить: сторінок — 78; рисунків — 18, таблиць — 10; джерел літератури — 14.

Об'єкт розробки — Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів.

Мета дослідження — розробити відповідну документацію та провести розрахунки згідно вимог до магістерських кваліфікаційних робіт. Розробити пристрій зарядки для Li-Ion акумуляторів.

Робота включає літературний огляд і аналіз пристроїв даного типу та загальні принципи їх побудови.

Проектно-конструкторський розділ містить розробку структурної та принципової електричної схеми, розрахунки основних функціональних блоків.

Конструкторсько — технологічний розділ містить розрахунок теплових режимів роботи пристрою, а також розрахунок імовірність безвідмовної роботи пристрою в зазначений термін.

Техніко — економічний розділ містить розрахунок ціни пристрою.

Розділ заходи з охорони праці і техніки безпеки містить основні норми і вимоги до охорони праці при виготовленні і експлуатації пристрою.

Ключові слова: АКУМУЛЯТОР, LI-ION, ЗАРЯД, НАПРУГА, СТРУМ, ІМПУЛЬС

ABSTRACT

Master's thesis contains: pages - 77; figures - 18, tables - 10; sources of literature - 14.

Object of development - Device for charging lithium-ion batteries.

The purpose of the study is to develop relevant documentation and make calculations in accordance with the requirements for master's theses. Develop a charger for Li-Ion batteries.

The work includes a literature review and analysis of devices of this type and general principles of their construction.

The design section contains the development of structural and basic electrical circuit, calculations of the main functional units.

The design and technological section contains the calculation of the thermal modes of operation of the device, as well as the calculation of the probability of trouble-free operation of the device within the specified period.

Technical - economic section contains the calculation of the price of the device.

The section on labor protection and safety measures contains the basic norms and requirements for labor protection during the manufacture and operation of the device.

Keywords: BATTERY, LI-ION, CHARGE, VOLTAGE, CURRENT, PULSE

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	8
2 ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1 Розробка структурної схеми	21
2.2 Синтез принципової схеми	22
2.3 Розрахунки	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	31
3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати	31
3.2 Тепловий розрахунок пристрою.....	36
3.3 Розрахунок характеристик надійності пристрою	40
4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	48
4.1 Розрахунок собівартості приладу	48
4.2 Оцінка технологічності і визначення рівня якості проектованої техніки	55
5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	57
ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	76

ДОДАТКИ:

КМР.ЕС.20055062.01.000 Е1. Схема електрична структурна

КМР.ЕС.20055062.01.000 Е3. Схема електрична принципова

КМР.ЕС.20055062.01.001 Друкована плата

КМР.ЕС.20055062.01.001 СК Складальне креслення

КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЕ. Перелік елементів

КМР.ЕС.20055062.01.000 Специфікація

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гат'ян М.А.			Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Ваяць Т.М.				У	6	78
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, 2 курс магістр, спец. ЕС		
Н.Контр.		Мешко Р.О.						
Затвердив		Ваяць Т.М.						

ВСТУП

У цей час відомо досить багато різних видів акумуляторів. Однак найбільше поширення в побутовій техніці одержали акумулятори трьох наступних типів: літій-іонні (Li-Ion), нікель-метал-гидридні (NiMH) і нікель-кадмієві (NiCd). Li-Ion акумулятори мають значно більшу питому ємність у порівнянні з NiCd.

Літій-іонні акумулятори – це провідна технологія в перезаряджуваних батареях, призначена для акумуляторних електроінструментів. Їх застосування найрізноманітніше від повербанка до електромобіля.

Li-Ion акумулятори виробляють ту ж енергію, що і NiMH, але важать приблизно на 20% -35% менше. Також до позитивних рис відносяться: велика ємність; не вимагає періодичного повного розряду батареї; низький рівень саморозряду; швидка зарядка; не шкідливий для навколишнього середовища.

Вони не сильно страждають від ефекту пам'яті і саморозряду на відміну від своїх аналогів NiMH і Ni-Cd.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Типи акумуляторів Li-Ion

Усі типи літієвих батарей та акумулятори працюють з іонами Li у складі складних солей. Питома енергія гальванічних елементів із Li у кілька разів вища, ніж Ni-Cd [1].

Батарея складається з позитивного та негативного електродів з алюмінієвої або мідної фольги. На поверхню катода тонким шаром завдано оксиду літію, а анод представляє пористий вуглець. Поміж ними сепаратор. Електроліт є розчином солі літію. Процес розрядки супроводжується переходом «анодних» іонів на катод через сепаратор і електроліт. Їх напрямок змінюється на протилежне під час зарядки (рис. 1.2.).

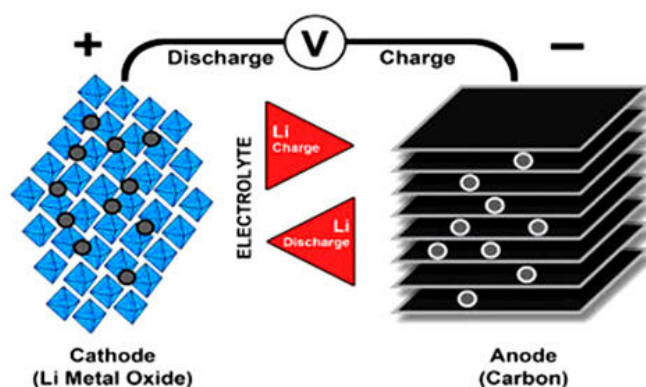


Рисунок 1.1 – Циркуляція іонів в процесі розрядки і зарядки [2]

На катод наносять:

Літій-оксид кобальт або літій-кобальт;

Літій-оксид марганцю;

Літій-фосфат заліза, LEP;

Літій нікель-марганець-кобальт;

Літій-нікель-кобальт-оксид алюмінію.

Виробники вибираючи склад іонних компонентів покращують окремі властивості батарей. Залежно від агрегатного стану електроліту, літієві акумулятори можуть бути іонними або полімерними.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Здобули популярність і використовуються в різних приладах та техніці наступні типи літєвих батарей.

Літій-іонні, з номінальною напругою 3,6 В. Залитий рідкий електроліт.

Літій-полімерні – номінальна напруга 3,7 В, електроліт заповнює вільний простір у вигляді гелю.

Літій-залізо фосфатні – номінальна напруга 3,3 В, характеризується стійкістю до морозу, не страшна глибока розрядка, варіант для транспорту.

Характеристики батарей залежать від товщини фольги, % складу компонентів активної обмазки.

Конструкція літій-іонних акумуляторів

За конструкцією батареї Li-Ion бувають рулонного типу, і набором пластин. Рулонний тип передбачає, що складені пластини закручують в циліндр або смуга змотується так, ніби всередині встановлена пластина, рулон виходить плоским. У корпусі може розміститися кілька рулонів. Як окремі банки, вони підключаються до загальної шини паралельно. Саме з набору літєвих пластин складається призматичний АКБ рис.1.2.

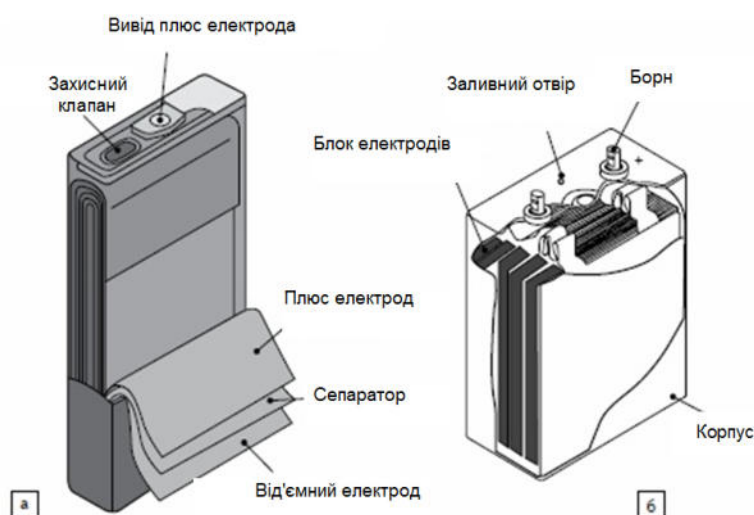


Рисунок 1.2 – Будова призматичного акумулятора [1]

Циліндричні літєві акумулятори використовуються окремо батареєю або комплектом у загальному корпусі. Токові виводи представляють контактні майданчики або гвинтові борни. За рахунок високих борнів можна самостійно зібрати батарею потрібної ємності, з'єднуючи контакти за допомогою

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

струмопровідної стрічки. Розміри циліндричних батарей уніфіковані. Так 18650 означає висота циліндра 65 мм, діаметр 18 мм.

В оболонці з фольги, що за ламінована, можуть бути тільки літій-полімерні акумулятори. Вони легкі, компактні, набувають потрібної форми. Але німецький корпус скорочує термін служби батареї (рис.1.3).



Рисунок 1.3 – Літій-полімерні акумулятори [1]

Познайомитися з основними параметрами різних типів літєвих батарей (літій-марганцевих, літій - кобальтових, літій - фосфатних і нікель-марганець - кобальтових) можна в таблиці 1.1.:

Таблиці 1.1.

Основні параметрами різних типів літєвих батарей [3]

Характеристики	Літій-Кобальт LiCoO ₂ (LCO)	Літій-Марганець LiMn ₂ O ₄ (LMO)	Літій-Залізо Фосфат LiFePO ₄ (LFP)	Літій-Марганець-Кобальт LiNiMnCoO ₂ (НМК)
Напруга	3.60V	3.80V	3.30V	3.60/3.70V
Гранична напруга зарядження	4.20V	4.20V	3.60V	4.20V
Кількість циклів заряд/розряд	500-1,000	500-1,000	1,000-2,000	1,000-2,000
Діапазон робочих температур	Вузкий	Вузкий	Широкий	Широкий
Питома ємність	150-190Wh/kg	100-135Wh/kg	90-120Wh/kg	140-180Wh/kg
Питома потужність	1C	10C, 40C (короткочасно)	35C (постійно)	10C

Найбільш поширені типорозміри Li-Ion акумуляторів наведені в таблиці 1.2. всі вони мають номінальну напругу 3.7 вольт. На рис. 1.4 приведено найбільш поширені типорозміри Li-Ion акумулятори.

Найбільш поширені типорозміри Lli-Ion акумуляторів [4]

Позначення	Типорозмір	Подібний типорозмір
<p>XXYY0,</p> <p>де XX - вказівка діаметра в мм,</p> <p>YY – значення довжини мм,</p>	10180	2/5 AAA
	10220	1/2 AAA (Ø відповідає AAA, але на половину довжини)
	10430	AAA
	10440	AAA
	14250	1/2 AA
	14270	Ø AA, довжина CR2
	14430	Ø 14 мм (як у AA), але довжина менша
	14500	AA
	15270	CR2
	16340	CR123
	17500	150S/300S
	17670	2xCR123 (або 168S/600S)
	18500	2xCR123 (або 150A/300P)
	18650	2xCR123 (або 168A/600P)
	26500	C
33600	D	



Рисунок 1.4 – Найбільш поширені типорозміри Li-Ion акумулятори [5]

Як правильно заряджати літій-іонні акумулятори

Правильним способом заряду літєвих акумуляторів є 2 - етапне. Такий спосіб використовує компанія Sony у всіх своїх зарядних пристроях, це забезпечує повний заряд Li-Ion акумуляторів, не знижуючи термін їх служби.

Дво етапний профіль заряду акумуляторів, скорочено CC/CV (constant current, constant voltage).

Розглянемо ці етапи заряду.

1. На першому етапі повинен забезпечуватись постійний струм заряду. Розмір струму становить 0.2-0.5 C. Для прискореного заряду допускається збільшення струму до 0.5-1.0 C (де - це C ємність акумулятора).

Наприклад, для акумулятора ємністю 3000 мА/год, номінальний струм заряду першому етапі дорівнює 600-1500 мА, а струм прискореного заряду може лежати не більше 1.5-3А.

Для забезпечення постійного зарядного струму заданої величини схема зарядного пристрою (ЗП) повинна вміти піднімати напругу на клеммах акумулятора. На першому етапі ЗП працює як класичний стабілізатор струму.

У момент, коли напруга на акумуляторі підніметься до значення 4.2 вольт, акумулятор набере приблизно 70-80% своєї ємності (конкретне значення ємності залежить від струму заряду: при прискореному заряді трохи менше, при номінальному - трохи більше). Цей момент є закінченням першого етапу заряду і є сигналом для переходу до другого етапу.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2. Другий етап заряду - це заряд акумулятора постійною напругою, але струмом, що поступово знижується (падаючим).

На другому етапі ЗП підтримує на акумуляторі напругу 4.15-4.25 вольт та контролює значення струму.

У міру набору ємності зарядний струм буде знижуватися. Як його значення зменшиться до 0.05-0.01С, процес заряду вважається закінченим.

За час другого етапу заряду акумулятор встигає набрати ще приблизно 0.1-0.15 своєї ємності. Загальний заряд акумулятора у такий спосіб досягає 90-95%, що є відмінним показником.

Однак, висвітлення питання заряджання літєвих акумуляторів було б неповним, якби не було згадано ще один етап заряду – так званий передзаряд.

Попередній етап заряду (передзаряд) – цей етап використовується тільки для глибоко розряджених акумуляторів (нижче 2.5 В) для виведення їх на нормальний експлуатаційний режим. На цьому етапі заряд забезпечується постійним струмом зниженої величини, доки напруга на акумуляторі не досягне значення 2.8 В.

Попередній етап необхідний для запобігання розгерметизації (або навіть вибуху та займанням) пошкоджених акумуляторів, що мають, наприклад, внутрішнє коротке замикання між електродами. Якщо через такий акумулятор відразу пропустити великий струм заряду, це неминуче призведе до його розігріву.

Ще одна користь передзаряду - це попередній прогрів акумулятора, що актуально при заряді при низьких температурах навколишнього середовища (у приміщенні, що не опалюється, в холодну пору року).

Інтелектуальна зарядка повинна вміти контролювати напругу на акумуляторі під час попереднього етапу заряду і, якщо напруга тривалий час не піднімається, робити висновок про несправність акумулятора.

Усі етапи заряду літій-іонного акумулятора (включаючи етап передзаряду) схематично зображені на графіку рис. 1.5.:

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

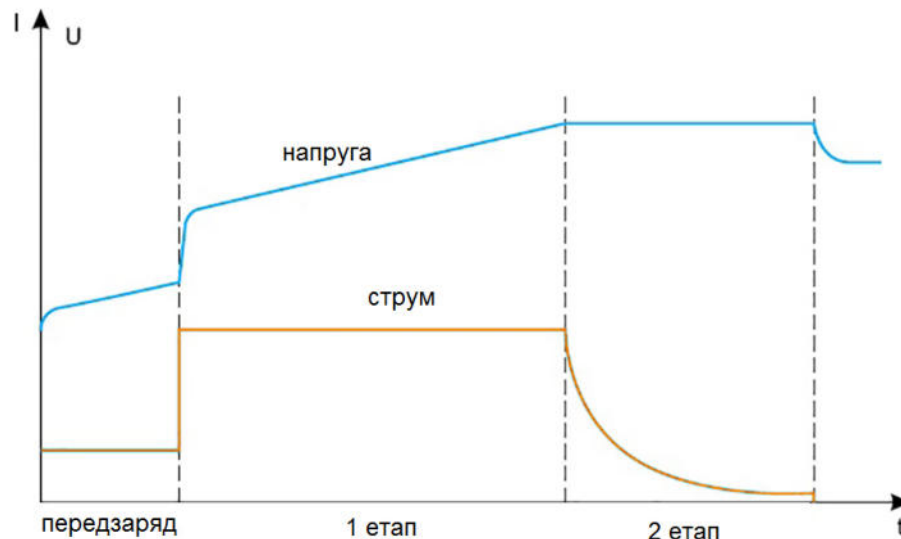


Рисунок 1.5 – Етапи заряду літій-іонного акумулятора [5]

Струм буде лежати в межах від 0.2 С до 1 С.

До прикладу, для акумулятора типорозміру 18650 ємністю 3400 мА/год, мінімальний струм заряду становить 680 мА, а максимальний – 3400 мА.

Час заряду залежить від струму заряду і розраховується за формулою:

$$T = C / I_{зар}$$

Наприклад, час заряду акумулятора ємністю 3400 мА/год струмом в 1А складе близько 3.5 годин.

Опис плюсів і мінусів літій-іонного акумулятора [5]

Головний мінус акумуляторів розміру 18650 вироблених за літій-іонної технології, полягає в тому, що у них невеликий діапазон робочих температур. Нормальна робота літій-іонного акумулятора можлива тільки в межах від -20 до +20 градусів Цельсія. Якщо ж він використовується або заряджається при температурах нижче або вище означених, це його псує. Для порівняння, нікель-кадмієві та нікель-метал-гідридні акумулятори мають більш широкий діапазон температур – від -40 до +40. Але, на відміну від останніх, літій-іонні батареї мають більш високу номінальну напругу – 3.7 вольт проти 1.2 вольт у нікелевих

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

елементів живлення. Також літій-іонні акумулятори практично не схильні поширеним серед багатьох видів акумуляторів ефектів саморозряду і пам'яті.

Аналоги об'єкта проектування

Аналог 1. ЗП на операційному підсилювачі LM358N

Проста схема зарядного пристрою для літій-іонних акумуляторів [3]. У схемі використаний операційний підсилювач LM358N, а також транзистор VT1 S8550 9 світлодіоди жовтого, червоного і зеленого кольорів (1,5 В) (рис 1.6).

Схема надійна і легка для відтворення (друкована плата приведена на рис.1.7).

Робота схеми узгоджена із інтелектуальною зарядкою Li-іонних акумуляторів: до кінця зарядки напруга повинна зменшуватися. Після її завершення, при досягненні нульової позначки струмом, зарядка зупиниться.

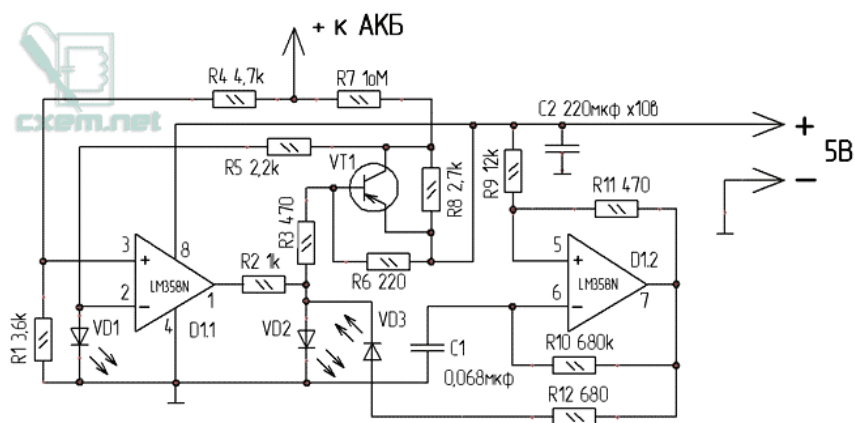


Рисунок 1.6 - Схема пристрою для зарядки акумуляторів [3]

Про процес зарядки свідчить миготіння світлодіода VD1. Про закінчення процесу сигналізує, світлодіод VD2.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

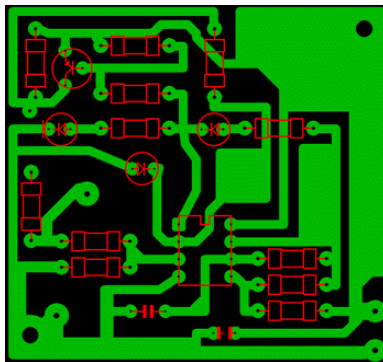


Рисунок 1.7 - Друкована плата пристрою для зарядки акумуляторів [3]

Аналог 2. ЗП на мікросхемі LM317

Схема зарядного пристрою на основі мікросхеми LM317 [6] приведена на рис.1.8.

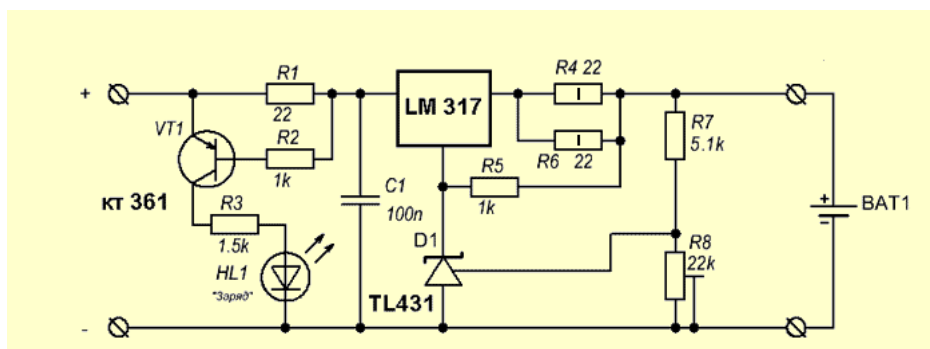


Рисунок 1.8 - Схема зарядного пристрою на мікросхемі LM317 [6]

Налаштування схеми: необхідно встановити рівень вихідної напруги 4.2 В із допомогою резистора R8, та струму зарядки підбираючи резистори R4, R6. Резистора R1 потужністю – не менше 1 Вт. Як тільки згасне світлодіод HL1, процес зарядки вважається закінченим. Друкована плата та схема у зборі наведені нижче на рис 1.9.

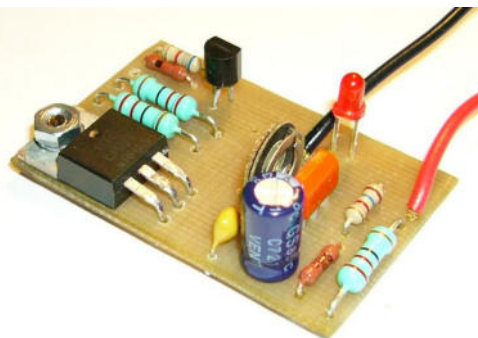
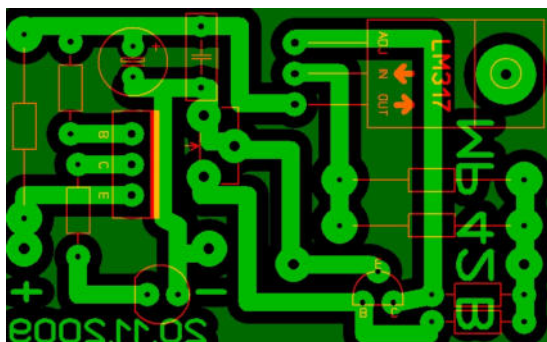


Рисунок 1.9 – Друкована плата і зібрана схема ЗП на мікросхемі LM317 [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Недолік схеми: напруга живлення має бути 8-12В. Для нормальної роботи мікросхеми LM317 різниця між напругою на акумуляторі та напругою живлення повинна бути не менше 4.25 В.

Аналог 3. ЗП на мікросхемі MAX1555

MAX1555 - спеціалізовані ЗП для Li+ акумуляторів, здатні працювати від USB. Мікросхем – MAX1555 видає сигнал для індикатора процесу заряду.

Максимальна вхідна напруга від DC-адаптера - 7, при живленні від USB - 6 В. При зниженні напруги живлення до 3.52, мікросхема відключається і заряд припиняється.

Мікросхема сама детектує на якому вході є напруга живлення і підключається до нього. Якщо живлення йде по USB -шині, то максимальний струм заряду обмежується 100 мА - це дозволяє встроїти зарядник в USB-порт будь-якого комп'ютера, не побоюючись спалити південний міст.

При живленні від окремого блоку живлення типове значення зарядного струму становить 280 мА.

У мікросхемі вбудовано захист від перегріву. Але навіть у цьому випадку схема продовжує працювати, зменшуючи струм заряду на 17 мА на кожний градус вище за 110°C.

Є функція попереднього заряду: доки напруга на акумуляторі знаходиться нижче 3В, мікросхема обмежує струм заряду на рівні 40 мА. Мікросхема має 5 виводів. Типова схема включення приведена на рис. 1.10.

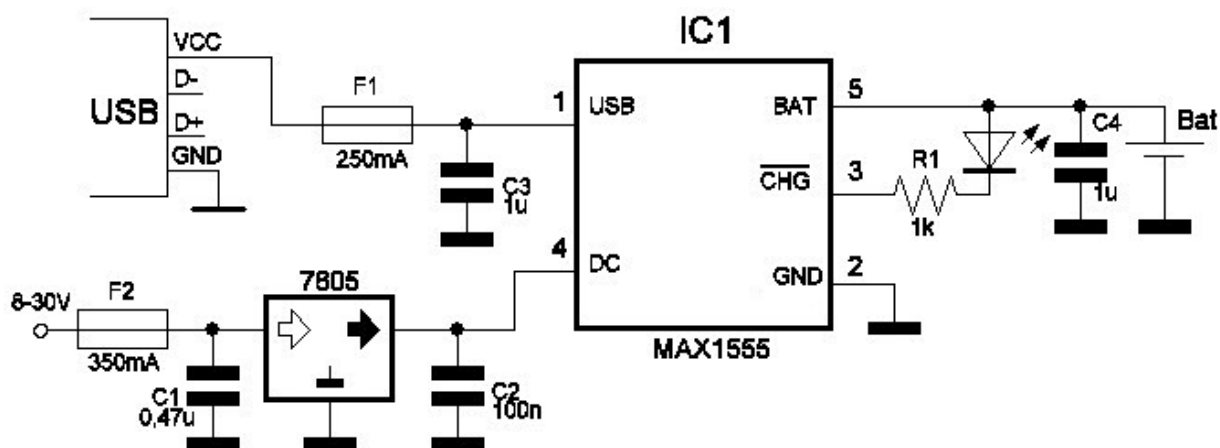


Рисунок 1.10 – Типова схема включення MAX1555 [6]

Аналог 4. ЗП на мікросхемі LP2951

Стабілізатор LP2951 виробляється фірмою National Semiconductors. Він забезпечує реалізацію вбудованої функції обмеження струму та дозволяє формувати на виході схеми стабільний рівень напруги заряду літій-іонного акумулятора.

Розмір напруги заряду становить 4,08 - 4,26 В і виставляється резистором R3 при відключеному акумуляторі.

Струм заряду становить 150 – 300мА, це значення обмежено внутрішніми ланцюгами мікросхеми LP2951. Схема включення приведена на рис. 1.11.

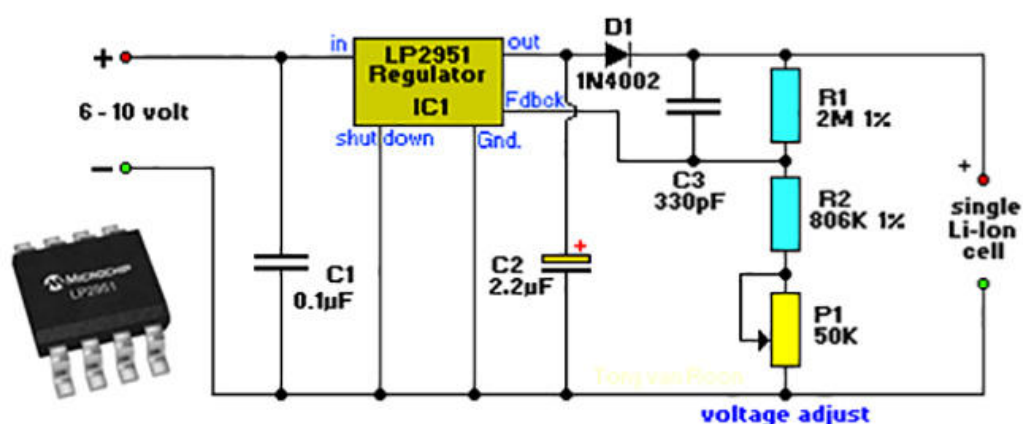


Рисунок 1.11 – Типова схема включення LP2951 [6]

Діод застосовується з невеликим зворотним струмом. Наприклад, із серії 1N400X. Діод використовується як блокувальний, для запобігання зворотному струму від акумулятора в мікросхему LP2951 при відключенні вхідної напруги.

Ця зарядка видає досить низький зарядний струм, так що акумулятор 18650 може заряджатися досить довго.

Аналог 5. ЗП для літій-іонних акумуляторів [7]

Розумна зарядка діятиме так: спочатку відключила зарядний струм, зробила паузу, виміряла напругу холостого ходу на акумуляторі і на підставі цього прийняла рішення про свої подальші дії. Чим ближче напруга наблизилася до 4.15В, тим коротший імпульс зарядного струму видає зарядка. Як тільки напруга

досягне заданого порогу (4.15 вольт), імпульси струму зовсім припиняться. Ось як це виглядає на графіку (рис.1.12).

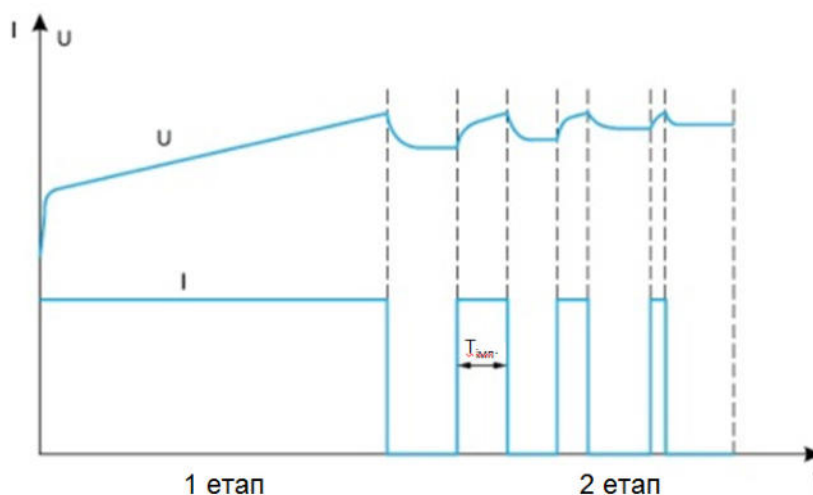


Рисунок 1.12 – Етапи зарядки акумулятора [7]

Можна залишати акумулятор в такому зарядному стані на тривалий час, він заряджатиметься в міру необхідності. Для реалізації цього алгоритму використовують мікропроцесорне управління.

На рис. 1.13 – приведена схема імпульсного зарядного пристрою для літій-іонних акумуляторів без мікропроцесора [7].

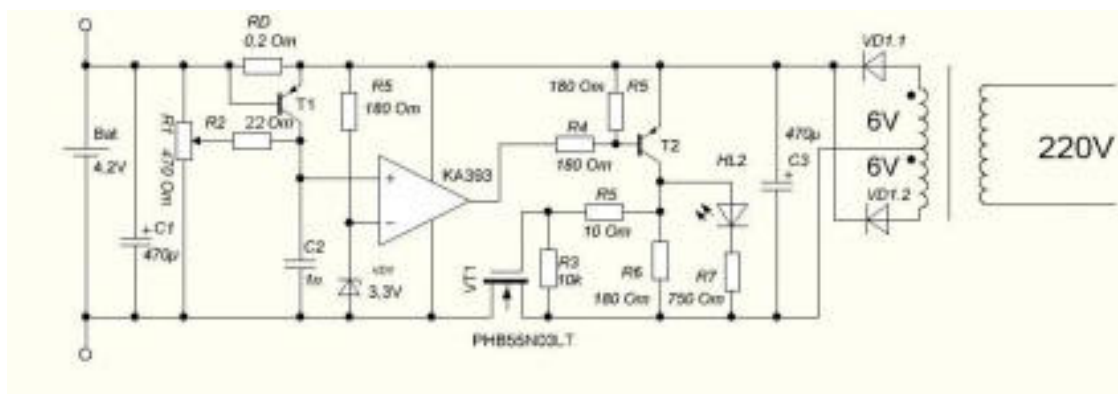


Рисунок 1.13 – Схема імпульсного ЗП, без мікропроцесора [7]

Схема працює так. Після включення схема заряджає акумулятор постійним струмом. Величина струму залежить від напруги живлення і опору резистора RD.

У момент, коли напруга на елементі при наявності зарядного струму починає перевищувати 4,15 В, компаратор (KA393 або KIA70XX) закриває транзистор VT1. Слідуюча пауза, за час якої напруга на елементі знижується до

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

справжнього значення. Оскільки напруга холостого ходу на акумуляторі не досягла величини 4,15 В, вона знизиться нижче за це значення. Компаратор, побачивши це, знову відкриє зарядний ключ.

Процес буде повторюватися знову і знову, в міру зарядки акумулятора імпульси зарядного струму будуть весь час скорочуватися, а тривалість паузи між імпульсами збільшуватися. Буде збільшуватися шпаруватість імпульсів.

Транзистори типу КТА1273. Змінний резистор 470 Ом, вибирати понад не треба, це збільшує гістерезис спрацьовування мікросхеми.

Схема дозволяє заряджати літєві акумулятори будь-яких типорозмірів і ємностей - від 18650 або гігантських 42120.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2 ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка структурної схеми

Виходячи з поставлених технічних умов розробимо структурну схему пристрою, на підставі якої можна буде вести послідуєче проектування пристрою.

Загальна структурна схема приведена на рис. 2.1.

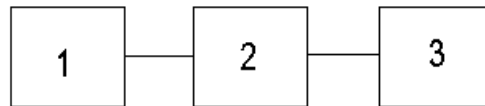


Рисунок 2.1 - Загальна структурна схема. 1-джерело живлення;
2- зарядний пристрій; 3-навантаження

Як основні невід'ємні складові пристрою, блоки 1 і 3 є незмінними. Але переглянувши аналоги приходимо до висновку, що блок 2 має різноманітну будову, тому при побудові структурної схеми беремо це до уваги. Тоді наша структурна схема буде мати більш складну будову. Структурна схема пристрою приведена на рис.2.2.

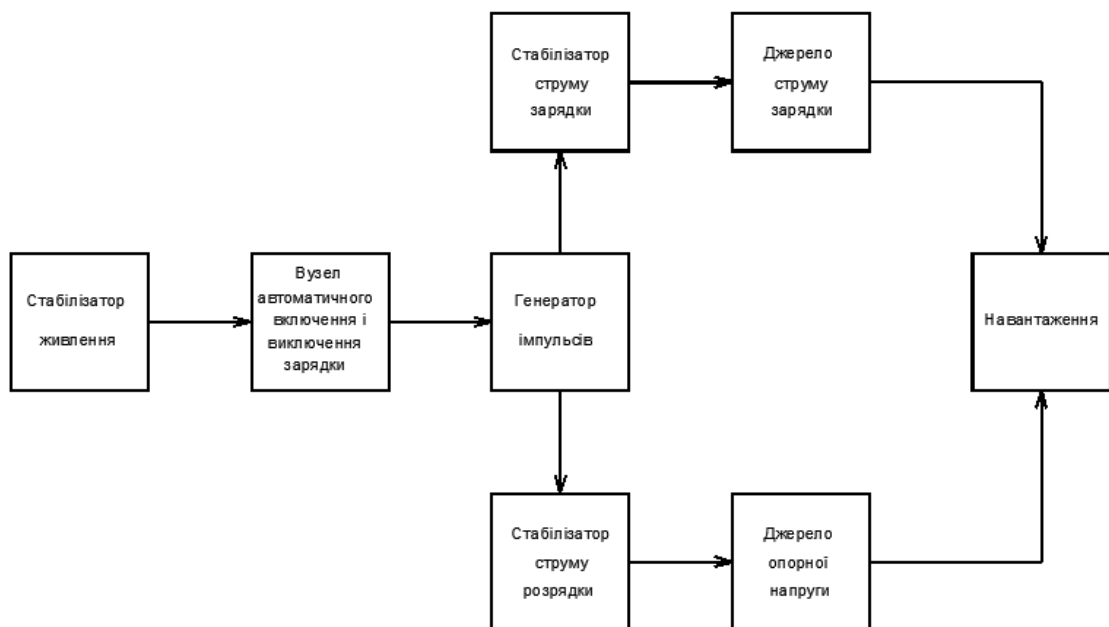


Рисунок 2.2 - Структурна схема зарядно-розрядного пристрою

Короткий опис принципу дії пристрою приведено нижче.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.2 Синтез принципової схеми

Принципова схема пристрою приведено на рис. 2.3. В його склад входить випрямляючий місток на діодах VD1-VD4 і фільтруючого конденсатора С1.

Стабілізатор струму зарядки виконаний на транзисторах VT2, VT4, разом із стабілізатором VD9 і резистором R22 представляє собою джерело струму. Величина струму регулюється резистором R18.

Стабілізатор струму розрядки виконаний на транзисторах VT1, VT5 і світлодіоді HL2, який одночасно служить джерелом опорної напруги, що подається на базу транзистора VT5, і індикатором струму розрядки. Величина струму розрядки встановлюється резистором R23.

Струм заряду (в амперах) за звичай відповідає 0.1, а розряду 0.01 від ємності акумуляторів. Наприклад, для елементів 316, 332 або батарей з них зарядний струм 60 мА, а розрядний -6 мА, для елементів 343, 373 або батарей з них – 200 мА і 20 мА відповідно

Генератор прямокутних імпульсів, формуючий імпульси зарядного і розрядного струмів, зібраний на елементах DD1.2 і DD1.3, резисторах R9, R10, діодах VD7, VD8. Відношення значень тривалості імпульсів високого рівня і затримок між ними рівно 1:2. Тривалість імпульсів визначається R9, а тривалість затримки залежить від R10. Частота коливань складає біля 100 Гц (залежить від конденсатора С5). Генератор спрацьовує при наявності на вході елемента DD1.1 сигналу високого рівня.

На інтегральному компараторі DA1 виконано вузол автоматичного вимикання і вмикання зарядки (АВкЗ і АВиКЗ). Він порівнює опорну напругу (знімається з R4) параметричного стабілізатора VD5R2 або VD6R3, що подається на інвертуючий вхід із зміною напругою на ділянці R20, R21, пропорційно напрузі зарядженого гальванічного елемента або акумулятора, яка подається на неінвертуючий вхід DA1.

Оскільки опорна напруга береться від іншого параметричного стабілізатора VD5R2, то для першого діапазону (1...6 В) це забезпечує високу стабільність, а відповідно і точність встановлення напруг АВкЗ і АВиКЗ. Напруга АВкЗ

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

встановлюється резистором R4. Для зручності границі вузла автоматично розбиті на два діапазони: 1...6 В і 6...13 В. Діапазон вибирається перемикачем SA1.

Принцип дії пристрою.

При підключенні розрядженого гальванічного елемента або акумулятора напруга на неінвертуючому вході DA1 менше опорної на інвертуючому, яка задається резистором R4. Тому на виході (вивід 9) компаратора встановлюється напруга низького рівня, а на виході інвертора DD1.1 – напруга високого рівня, яка визначає роботу генератора імпульсів. При цьому на виході елемента DD1.3 з'являється сигнал високого рівня, який відкриває транзисторні ключі VT2 і VT3. Відкриття транзистору VT2 приведе до появи напруги на стабілітроні VD9, а відповідно відкриється транзистор VT4, і через заряджуваний елемент потече раніше встановлений зарядний струм. Одночасно сигнал низького рівня із виходу DD1.2 надійде на нижній по схемі вхід елемента DD1.4. На верхньому по схемі вході елемента DD1.4 надходить сигнал високого рівня, який зберігається до кінця зарядки.

У результаті на виході елемента DD1.4 з'являється сигнал високого рівня (згідно таблиці істинності) який закриє транзистор VT1. Відповідно закриється і транзистор VT5, що робить неможливим протіканням розрядного струму. Із появою на виході елемента DD1.3 сигналу низького рівня транзистори VT2 і VT3 закриються. Зарядний струм припиниться.

В цей час із виходу елемента DD1.2 на нижній по схемі вхід елемента DD1.4 надійде сигнал високого рівня (на верхній вхід продовжує поступати сигнал високого рівня), який відкриє транзистори VT1 і VT5. Це дає можливість протікати зарядному струму. Прихід наступного додатного імпульсу із виходу генератора зробить можливим протікання зарядного струму і неможливість розрядки.

Таким чином процес зарядження – розрядження буде продовжуватись до тих пір, поки напруга на елементі що заряджується досягне рівня спрацювання вузла АВкЗ. У результаті відбудеться перемикання компаратора, і на його виході напруга низького рівня зміниться на високий. На виході інвертора DD1.1 з'явиться сигнал низького рівня. Генератор перестане працювати. Як наслідок на

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

виході DD1.3 встановиться сигнал низького рівня. Транзистори VT2 і VT4 закриються, і заряджування припиниться.

Внаслідок спрацювання вузла АВкЗ і зупинки генератора на виході елементу DD1.2, а відповідно, нижнього по схемі елементі DD1.4 встановиться сигнал високого рівня. Коли на виході елементу DD1.1, а відповідно, і на верхньому по схемі вході елементу DD1.4 присутній сигнал низького рівня, то на виході елементу DD1.4 буде сигнал високого рівня. VT1 і VT5 будуть закриті. Розрядка припиниться.

При протіканні зарядного імпульсного струму напруга на гальванічному елементі або акумуляторі збільшується до значення, що перевищує поріг спрацювання вузла АВкЗ, це приведе до передчасного вимкнення зарядного пристрою і визвати значну недозарядку. Щоб такого не відбувалося, порівняння напруги на елементі що заряджається із опорною, проходить при відсутності зарядного струму, що дозволяє вести зарядку до повної ємності. На час зарядки транзистор VT3 відкривається і шунтує резистор R21, чим збільшується поріг перемикавання компаратора. Коли відбувається розрядка, транзистори VT2 і VT3 закриті. Компаратор порівнює реальну напругу на заряджуваному елементі із опорним. При досягненні встановленого значення АВкЗ зарядний струм повністю зникне. Струм розрядки через дільник R20, R21, VT3 і транзистор VT5 незначний і для одного елементу 1.5 В складає всього 10 мкА, а для 7 елементів – 200 мкА.

По мірі завершені хімічних процесів напруга на гальванічному елементі або акумуляторі повільно спадає, що викличе спрацювання компаратора, так як опорна напруга перевищить напругу на виході. Щоб виключити таке включення зарядного пристрою, введено резистор R7, який служить для створення гістерерісу – різниці напруг АВкЗ і АВикЗ. Гістереріз забезпечує повторне включення зарядного пристрою при більшій розрядці. Слідє врахувати при виборі номіналу резистора R7 те, що якщо напруга на розрядженому елементі менша напруги АВикЗ, то генератор запускається при увімкнені зарядного пристрою в мережу незалежно від того підключений заряджуваний елемент до або після включення пристрою у мережу. Коли напруга на розрядженому

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

елементі більша напруги АВикЗ, то генератор запускається лише при включенні пристрою в мережу із послідуочим підключенням елемента або акумулятора.

Для стабільної роботи компаратора і генератора їх живлення стабілізовано параметричним стабілізатором VD5R2. Діод VD10 попереджує розрядку через зарядний пристрій у випадку зникнення напруги у ланцюзі живлення. Ємності C3 і C4 захищають пристрій від помилкового спрацювання при виникненні у мережі імпульсних завад.

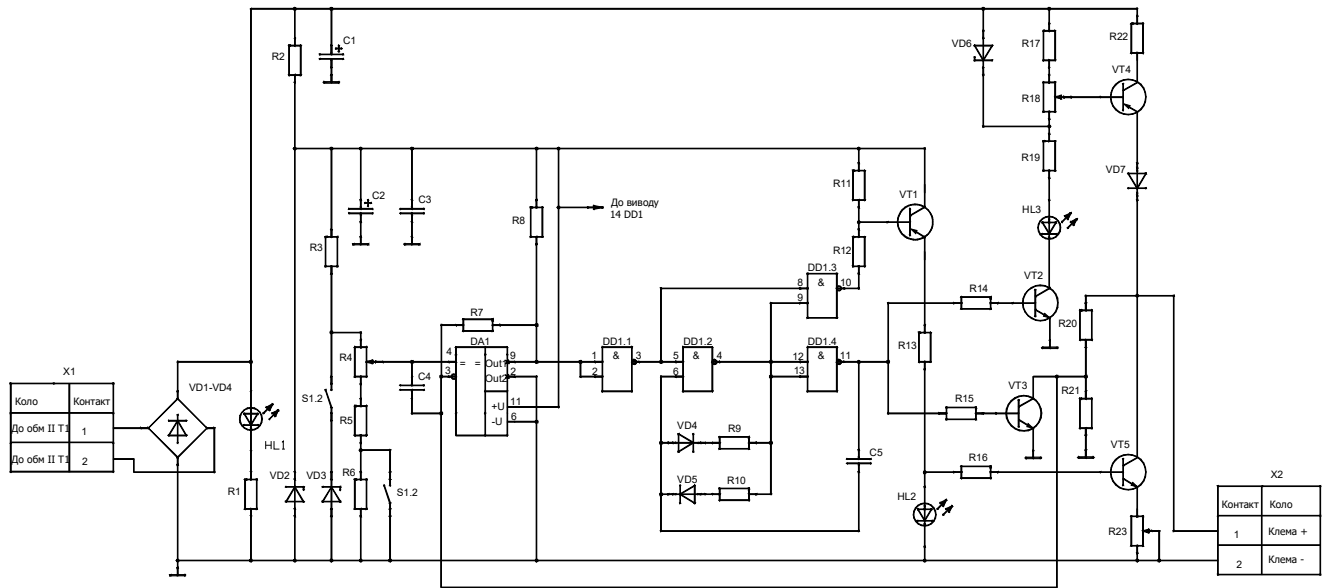


Рисунок 2.3 - Принципова схема зарядного пристрою

2.3 Розрахунки

Блок живлення побудований із стандартного трансформатора ТС-10-3М1 АФО.470.080 ТУ який забезпечує на другій обмотці напругу 16...18 В при струмі 0,250 А, а в якості випрямляча використаний діодний мостик виконаний на діодах КД209А, максимальний прямиий струм $I_p = 0,7$ А достатні для забезпечення двох режимів зарядки 0...6 В і 0...13 В. Для згладження пульсацій випрямленої напруги використано фільтруючий конденсатор C1. Його ємність вибрана із умови, щоб постійна часу RC фільтру була набагато більша $\frac{1}{f}$, де $f=50$ Гц частота мережі змінного струму. В якості R вибрано мінімальний опір 60 Ом. Тоді:

$$C1 = \frac{10}{Rf2\pi} = \frac{10}{60 \cdot 5 \cdot 06} \approx 500_{\text{мкФ}}$$

Враховуючи розрахунок виберемо C1 К50-6 500×25В. Вибравши в якості HL1 світлодіод AL307Б з робочим струмом 10мА отримаємо значення резистора R1:

$$R1 = \frac{18В}{10\text{мА}} = 1800\text{Ом}$$

Візьмемо R1 рівно 2.2 кОм.

Розрахуємо робочу напругу стабілізації 13 В при струмі 15 мА. Тоді R2:

$$R2 = \frac{U_{\text{випр}} - U_{\text{ст}}}{I_{\text{ст}}} = \frac{18В - 13В}{0.015А} = 333$$

Виберемо резистор R2=330 Ом

$U_{\text{ст}}$ – в даній формулі це напруга стабілізації стабілітрона VD5. Разом R2VD5 являють собою параметричний стабілізатор для живлення мікросхем, а також напруга 13 В є опорною напругою у режимі зарядки, а у режимі 6 В опорна напруга знімається із R3VD6 [8].

Розрахуємо робочу напругу у режимі 6 В. Стабілізації 6 В при струмі 15 мА. Тоді R3:

$$R3 = \frac{U_{\text{випр}} - U_{\text{ст}}}{I_{\text{ст}}} = \frac{13В - 6В}{0.015А} = 466$$

Виберемо резистор R3=560 Ом

Ємності C2, C3 – вибрані із врахування стандартного включення стабілітрона VD6. І вони рівні відповідно C2=50 мкФ, C3 0.047 мкФ.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Транзисторні ключі на VT2, VT3 призначені для видачі керуючих сигналів із частотою 100 Гц, відповідно він керується імпульсами частотою 100 Гц, амплітудою 7В, струмом 100 мкА. Навантаженням не більше 0.2Вт. Для ключів із довідника вибираємо тип транзистора – КТ3117, параметри якого: $I_{K\ max} = 0.4A$; $U_{KE\ max} = 50\ B$; $P_{K\ max} = 0,3\ Вт$; $h_{21E} = 100$; $U_{EBo\ max} = 4В$; $f_{cp.} = 200\ мГц$. Використовуючи ВАХ вибираємо робочі точки відкритого і закритого транзистора. Транзистор буде відкритий у точці з координатами $I_{B\ e} = 0,7\ mA$; $U_{EBe} = 0,6\ В$, а закритий у точці з координатами $I_{B\ z} = 0\ A$; $U_{EBz} = 0,2\ В$. Тоді для того щоб транзистор відкривався на переході база-емітер повинна падати напруга 0,6 В. Знаючи величину напруги і струму імпульсу, ($I_{imn} = 1\ mA$; $U_{imn} = 7В$) що подається на базу транзистора розрахуємо опори резисторів R14, R15:

$$R14 = R15 = (U_{imn} - U_{EBe}) / (I_{imn} - I_{Be}) = (7 - 0,6) / (1 \cdot 10^{-3} - 0,7 \cdot 10^{-3}) = 21\ кОм;$$

Потужність що розсіюється на резисторах R14, R15 визначається за формулою:

$$P = I_{imn}^2 \cdot R = (5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 21000 = 0,5\ Вт.$$

По ряду номінальних опорів резисторів E24 вибираємо номінали: R14= R15 = 22 кОм типу МЛТ-0,5.

Вибравши в якості HL3 світлодіод AL307Б з робочим струмом 10мА отримаємо значення резистора R19:

$$R19 = \frac{9В}{10mA} = 900Ом$$

Візьмемо R19 рівно 1 кОм.

Для ключа VT5 виберемо також транзистор КТ3117

Знаючи величину напруги і струму імпульсу, ($I_{imn} = 2mA$; $U_{imn} = 6В$) що подається на базу транзистора розрахуємо опор резистора R16:

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$R16 = (U_{имн} - U_{ЕБ\epsilon}) / (I_{имн} - I_{Б\epsilon}) = (7 - 0,6) / (2 \cdot 10^{-3} - 0,7 \cdot 10^{-3}) = 4,9 \text{ кОм};$$

Потужність що розсіюється на резисторі R16 визначається за формулою:

$$P = I_{имн}^2 \cdot R = (2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 4900 = 0,02 \text{ Вт}.$$

По ряду номінальних опорів резисторів E24 вибираємо номінали: R16 = 5,1 кОм типу МЛТ-0,125.

Стабілізована напруга через резистор R22 надходить на емітер транзистора VT4. Розглянемо граничні режими для транзистора VT4 КТ816Б складають: $U_{БЕ.маx} = U_{КЕ.маx} = 45\text{В}$; $i_{с.маx} = 3\text{А}$; $i_{з.маx} = 0,1\text{мА}$. Відповідно із вихідними характеристиками цього транзистора, струм колектора змінюється практично лінійно, при зміні напруги $U_{ЕБ}$ в межах від 0 до 2В. Таким змінам управляючої напруги відповідає зміна струму колектору в межах від 220 мА до 2 мА. Ці струми протікають через резистор R22, формуючи на ньому робочу напругу $U_{оп}$. В якості робочої точки виберемо $U_{оп} = 2\text{В}$. Тоді:

$$R22 = \frac{U_{оп}}{i_{маx}} = \frac{2\text{В}}{220\text{мА}} = 9,1\text{Ом}$$

Потужність що розсіюється на резисторі R22 визначається за формулою:

$$P = I_{имн}^2 \cdot R = (220 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9,1 = 0,4 \text{ Вт}.$$

По ряду номінальних опорів резисторів E24 вибираємо номінали: R22 = 9,1 Ом типу МЛТ-0.5.

В колі бази тоді протікає струм $i_c = 4\text{мА}$. Робочу точку у вхідному колі транзистора виберемо близько до режиму насичення $U_{си} = 4\text{В}$. Тоді на ділянці кола бази буде падіння напруги:

$$U_n = E^- - U_{оп} - U_{си} = 18\text{В} - 2\text{В} - 4\text{В} = 12\text{В}$$

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

В результаті загальний опір кола бази буде рівний:

$$R17 + R18 = \frac{U_n}{i_c} = \frac{12B}{4mA} = 3kOm$$

Прийmemo щоб основний опір цього кола припадав на регулюючий потенціометр R18 в результаті чого візьmemo його номінал 2.2кОм. Тоді для опору резистора R17 отримаємо значення:

$$R17 > 3 - 2.2 = 0.8kOm$$

Тобто його можна взяти по ряду номінальних опорів 820 Ом.

Напруга із виходу DD1.4 через ділянку напруги R12-R11 надходить на базу транзистора VT1. Розглянемо граничні режими для транзистора VT1 КТ361Б складають: $U_{BE,max} = U_{KE,max} = 20B$; $i_{K,max} = 50$ мА; $i_{E,max} = 1$ мА. Сигнали керування імпульси частотою 100 Гц, амплітудою 7В, струмом 1 мА. Транзистор буде відкритий у точці з координатами $I_{B\epsilon} = 0,7$ мА; $U_{EB\epsilon} = 0,6$ В, а закритий у точці з координатами $I_{B\epsilon} = 0$ А; $U_{EB\epsilon} = 0,2$ В. Тоді для того щоб транзистор відкривався на переході база-емітер повинна падати напруга 0,6 В. Знаючи величину напруги і струму імпульсу, ($I_{imn} = 1$ мА; $U_{imn} = 7B$) що подається на базу транзистора розрахуємо загальний опір кола бази:

$$R14 + R15 = (U_{imn} - U_{EB\epsilon}) / (I_{imn} - I_{B\epsilon}) = (7 - 0,6) / (1 \cdot 10^{-3} - 0,7 \cdot 10^{-3}) = 21,3 kOm;$$

Прийmemo щоб основний опір цього кола припадав на резистор R12 в результаті чого візьmemo його номінал 22 кОм. Тоді для опору резистора R11 отримаємо значення:

$$R11 > 22 - 17 = 5kOm$$

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

По ряду номінальних опорів резисторів E24 вибираємо номінали: R11=5.1 кОм, R12 = 22 кОм типу МЛТ-0,125.

Щоб не використовувати надто потужний струмозадаючий резистор у колі зарядки напругу джерела зарядного струму виберемо трохи більшою за напругу повністю зарядженого акумулятора. Нехай це буде 10 В. Цю напругу ми маємо отримувати з допомогою фільтру напруги живлення, виконаного на конденсаторі великої ємності. Тобто, це є амплітудним значенням напруги з виходу трансформатора. Коефіцієнт пульсацій для кола формування імпульсів зарядки не мусить бути дуже низьким, бо зарядка і так здійснюється імпульсним струмом. Тому достатньо, щоб коефіцієнт пульсацій був у межах 0,1 - 0,15. Для живлення елементів схеми ми, таким чином, можемо використати напругу десь на 2,5 В меншу (це мінімально допустимий спад на більшості інтегральних стабілізаторів). Найближче стандартне значення - 6 вольт. Ця напруга забезпечує надійну роботу всіх елементів схеми без того, щоб досягати максимально допустимих значень, тобто не примушуючи працювати при близьких до критичних напругах. Це приведе до підвищення надійності самої схеми, але одночасно до збільшення габаритів трансформатора. Для кіл елементів схеми коефіцієнт пульсацій визначатиметься стабілізатором, що використовується для стабілізації, і він буває в межах до 0,05% [9].

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3 КОНСТРУКТОРСЬКО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок по визначенню геометричних розмірів плати проводиться у наступній послідовності:

Знаходиться сумарна установочна площа: $S_{мг}$, $S_{сг}$, $S_{кг}$ відповідно для малогабаритних, середньо габаритних і крупно габаритних електрорадіоелементів (ЕРЕ).

Розраховується площа монтажної зони $S_{в}$ для середньої щільності монтажу за формулою:

$$S_{роб} = 4S_{мг} + 3S_{сг} + 1,5S_{кг} . \quad (3.1)$$

Коректуються і знаходяться розміри монтажної зони у відповідності із можливостями встановлення в корпус і стандартними лінійними розмірами друкованої плати (ДП).

Під установочними площами ЕРЕ розуміють площі прямокутників, в які вписані ЕРЕ разом із выводами і контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

В даній схемі до великогабаритних ЕРЕ відносяться трансформатор (але це виносний елемент він ставиться окремо тому в розрахунках ДП його габарити не враховуються), до середньо габаритних ЕРЕ відносять DA1, DD1, S1, VD6, VD9, до малогабаритних ЕРЕ відносять резистори, ємності, транзистори, KONT-2 і KONT-2,5. Необхідні для конструювання ДП, дані про елементи зведені до таблиці 3.1.

$$S_{роб} = 4S_{мг} + 3S_{сг} + 1,5S_{кг} = 4 * 1264 + 3 * 738 = 7270 \text{ [мм}^2\text{]}$$

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Вибираємо для ДП розмір згідно ГОСТ 10317-79 Плати друковані. Основні розміри 100×80 [мм].

Загальна площа цієї плати $S_{\text{дп}} = 8000$ [мм²], що задовольняє умові розрахунку.

Таблиця 3.1

Вихідні дані та результати розрахунку установочних площ

Позначення	Тип	Діам. виводів, мм	Діаметр конт.площадки, мм	Габаритні розміри, мм	Кількість, шт.	Установча площа, мм ²
C	K50-6	0.8	1	7×2.4	2	33,6
C	KM	0.8	1	9×7.7	3	207,9
DA1	K521CA3A	0.5	0.8	9×18	1	162
DD1	K561JA5	0.5	0.8	9×18	1	162
HL	AL307	0.5	0.8	∅6.4	3	32,2
R	МЛТ-0,25	0.6	0.8	13×2.4	5	156
R	МЛТ-0,5	0.6	0.8	13×2.4	1	31,2
R	СПЗ-11	0.6	0.8	∅6.2	3	30.2
R	МЛТ-0,125	0.6	0.8	13×2.4	13	405.6
R	МЛТ-1	0.6	0.8	13×2.4	1	31,2
S1	БДМ1-2	0.6	0.8	10×5	1	50
VD	КД209А	1.8	2.5	13×2.7	5	175,5
VD	КС512А	1.8	2.5	12×3	1	36
VD	КС156А	0.8	1	26×7	1	182
VD	КД509	0.8	1	12×3	2	36
VD	КС139А	0.8	1	26×7	1	182
VT	КТ361Б	0.6	0.8	6.8×3.8	1	25.84
VT	КТ3117	0.6	0.8	∅6.2	3	30.2
VT	КТ816Б	0.6	0.8	7×2	1	14
X	KONT 2.3 2 pin	1.8	2.5	∅2.3	2	8.3
X	KONT 2.5 2 pin	1.8	2.5	∅2.5	2	9.8

Визначення контактних площадок, розмірів друкованих провідників

Процес конструювання друкованої плати в загальному випадку передбачає виконання ряду взаємозв'язаних операцій: вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількість шарів, розробка друкованого монтажу[10].

При розміщенні ЕРЕ виходять частіше всього із критерію двох мінімумів і мінімуму довжини зв'язків. Перша умова означає мінімум перехідних отворів, що забезпечує технологічність по мінімальному числу шарів; друга умова означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Можливе також застосування і інших критеріїв: мінімуму числа з'єднань, довжина яких більша заданої; максимум числа схем простої конфігурації; мінімуму сумарної зваженої довжини з'єднань.

Розміщення ЕРЕ на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної.

Крок координатної сітки 2,5 мм.

Центри монтажних отворів контактних площадок під виводи навісних ЕРЕ розташовані у вузлах координатної сітки.

Навісні елементи мають виводи прямокутного або круглого перерізу. Діаметр отвору під вивід вибирають із умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору з урахуванням, якщо треба, подальшої металізації отвору, який би забезпечував капілярні проникнення припою в процесі пайки.

Діаметр монтажного отвору d_0 вибирають із таких умов: якщо діаметр виводу ($d_B > 1\text{мм}$, то $d_0 = [(d_B + (0.3 \div 0.4))]$; якщо $d_B \leq 1\text{мм}$, то $d_0 = [d_B + (0.2 \div 0.3)]$. Номенклатурний отвір на кресленні показують умовним знаком, що визначає його діаметр.

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр монтажного отвору з урахуванням його металізації для виводів діаметром

0,4÷0,6 мм становить 0,8+0,1 мм,

0,6÷0,8 мм становить 1,0+0,1 мм.,

0,8÷1,3 мм становить 1,5 мм,

1,3÷1,7 мм становить 2 мм,

1,7÷2,2 мм становить 2,5 мм.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Діаметр металізованого отвору залежить і від товщини плати. Це пов'язано з тим, що при гальванічному осадженні металу на стінках отвору малого діаметру зробленого в товстій платі, товщина шару металу вийде нерівномірною і при великому відношенні товщини плати до діаметра отвору деякі місця можуть залишитись непокритими. Діаметр металізованого отвору повинен складати не менше половини товщини плати, отже повинна виконуватись наступна умова:

$$0,4h \leq d_{\min}, \quad (3.2)$$

де h – товщина плати;

d_{\min} – найменшого із металізованих отворів.

З цього співвідношення можна вибрати товщину плати і для нашого випадку, вона складає 1,5 мм при діаметрі найменшого отвору 0,5 мм.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо отвору навколо отвору робиться контактна площадка. Контактні площадки отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця. Діаметр контактної площадки вибирається з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Рекомендовані діаметри контактних площадок

Діаметр отворів	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
Контактних площадок	1,8	2,3	2,5	2,8	3	3,5

Діаметр перехідних отворів залежить від товщини плати і від виду електроліту, що використовується для металізації отворів

$$D_{\text{ПЕР}} = N \cdot \gamma, \quad (3.3)$$

де H – товщина плати;

γ – залежить від складу електроліту.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для пірофосфатного електроліту, що використовується для металізації отворів $\gamma = 0,25$. Тому $D_{\text{пер}} = 1,5 \cdot 0,25 = 0,3$ мм.

Згідно ГОСТ 10317-79 вибирається $D_{\text{пер}} = 0,3$ із ряду .

По ГОСТу вибирається клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників $t_{\text{min}} = 0,25$ мм. Відстань між провідниками 0,25 мм.

Розраховується ширина провідників шин живлення. Струм споживання складає 0,2 А. Враховуючи, що густина струму у друкованих провідників має бути не більше $2 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$ і вибравши переріз провідника 50 мкм, ширина провідника шини буде:

$$t = \frac{I_{\text{заг}}}{h \cdot p_1} = \frac{0,2}{0,05 \cdot 2} = 2_{\text{мм}} . \quad (3.4)$$

Де $I_{\text{заг}}$ – сумарний струм, що споживається пристроєм; h – товщина перерізу друкованого провідника; p_1 – густина струму.

Шини землі також вибираються в 2 мм.

Максимальний струм, який при проходженні по доріжці викликає її перегрів на температуру 25 C^0 становить:

$$I_{\text{max}} = 0,25 \cdot ab = 0,25 \cdot 2 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ А}.$$

Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Між корпусами сусідніх елементів повинна бути певна відстань, яку вибирають з урахуванням умов тепловідводу і допустимої різниці потенціалів між ними.

Для даного пристрою застосовано друкований та об'ємний монтаж. У промислових умовах навісні елементи кріплять до плати шляхом пайки виводів (у тому числі і незадіяних) хвилею припою ПОС-61 у металізованих і не металізованих отворах.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для всіх навісних елементів, які встановлюються на друкованій платі по ОСТ 4 ГО.010.030-81 регламентовано декілька варіантів встановлення, що слід використовувати згідно технічних вимог складального креслення.

3.2 Тепловий розрахунок пристрою

Тепловий режим апаратури характеризується залежністю температури нагріву відносно навколишнього середовища від розсіювання потужності джерела енергії.

Однією з умов експлуатації є температура навколишнього середовища, яка може вплинути на надійність роботи блока. Такий вплив пояснюється максимально допустимою температурою інтегральних мікросхем. Розрахунок проведемо для температури навколишнього середовища +35⁰С.

При аналізі теплових режимів враховують густину упаковки, форму приладу і вид корпусу.[11]

Розрахунок теплових режимів проводять наступним чином:

- 1) знаходять об'єм окремого елемента РЕА за формулою:

$$V=h*a*b \quad (3.5)$$

- 2) знаходять коефіцієнт форми

$$K(f)=h/V \quad (3.6)$$

- 3) визначають коефіцієнт заповнення

$$K^V = V_{дп} / V_{кож}. \quad (3.7)$$

- 4) робимо припущення, що плата розподіляє тепло рівномірно. Кожний елемент має свою потужність розсіювання, а сумарна потужність визначається

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$P(\text{роз}) = \sum_{i=1}^n P^e(\text{роз}) \quad (3.8)$$

5) знаходимо питому потужність на одиницю площі

$$Q = P(\text{роз})/S \quad (3.9)$$

В значення S входить як фізична площа самих РЕА, так і площа доріжок.

6) використовуючи номограми Глушицького за розрахованими даними V, S, K(f) і K(зап) наближено знаходимо температуру навколишнього середовища і повітря

7) з одержаних даних визначаємо вид корпусу, конвекції і якщо потрібно тип вентилятора

Розмір корпусу: 80×100 (мм), а висота корпусу H = 80 (мм). Тоді виходячи з формули (3.5) об'єм корпусу буде рівний:

$$V = 90 \cdot 110 \cdot 40 = 396000 \text{ (мм}^3\text{)};$$

Коефіцієнт форми визначаємо згідно формули (3.6):

$$K_\phi = \frac{40}{\sqrt[3]{396000}} = \frac{40}{73} = 0,54$$

Коефіцієнт заповнення визначаємо:

$$K^v = V_{\text{дп}} / V_{\text{кож}} = 0,7.$$

Для визначення теплового режиму пристрою необхідно розрахувати максимальну потужність, яка виділяється одиницю площі пристрою. При потужності менше 0.05 Вт/см² можна зробити висновок про те, що пристрій не потребує додаткового охолодження і може бути виконаний в герметичному корпусі.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Задамося необхідними даними. Нехай маємо блок у вигляді прямокутного паралелепіпеда з такими параметрами: $L_1=110$ мм; $L_2=90$ мм; $L_3=40$ мм.

Розрахуємо площу цього блоку.

Площу кожуха обчислюється, за формулою:

$$S = 2*(L_1*L_2+L_2*L_3+L_1*L_3) \quad (3.10.)$$

де L_1 -довжина, L_2 -ширина, L_3 -висота кожуха.

$$S_{\text{кож}} = 2*(90*110+110*40+90*40) = 35800 \text{ мм}^2 = 358 \text{ см}^2.$$

Знаходимо $P_{\text{спож}}$.

$I_{\text{спож}}=0,2\text{А}$, $U_{\text{ж}} = 18\text{В}$. Отже,

$$P_{\text{спож}}=U_{\text{ж}}*I_{\text{спож}}=0,2*18=3,6\text{Вт}. \quad (3.11)$$

Знаходимо кількість потужності, яка припадає на 1 см^2 площі даного блоку

$$Q=P_{\text{спож}}/S=3,6/ 358 =0.01 \text{ Вт/см}^2 \quad (3.12)$$

Умова теплоненавантаженості блоку

$$Q \leq 0,05 \text{ Вт/см}^2 \quad (3.13)$$

Отже даний блок вважається тепло ненавантаженим. Енергоємні елементи мають свій тепло відвід.

6. Питому потужність на одиницю площі визначеної з графіків Глушицького рис.3.1., рис.3.2.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

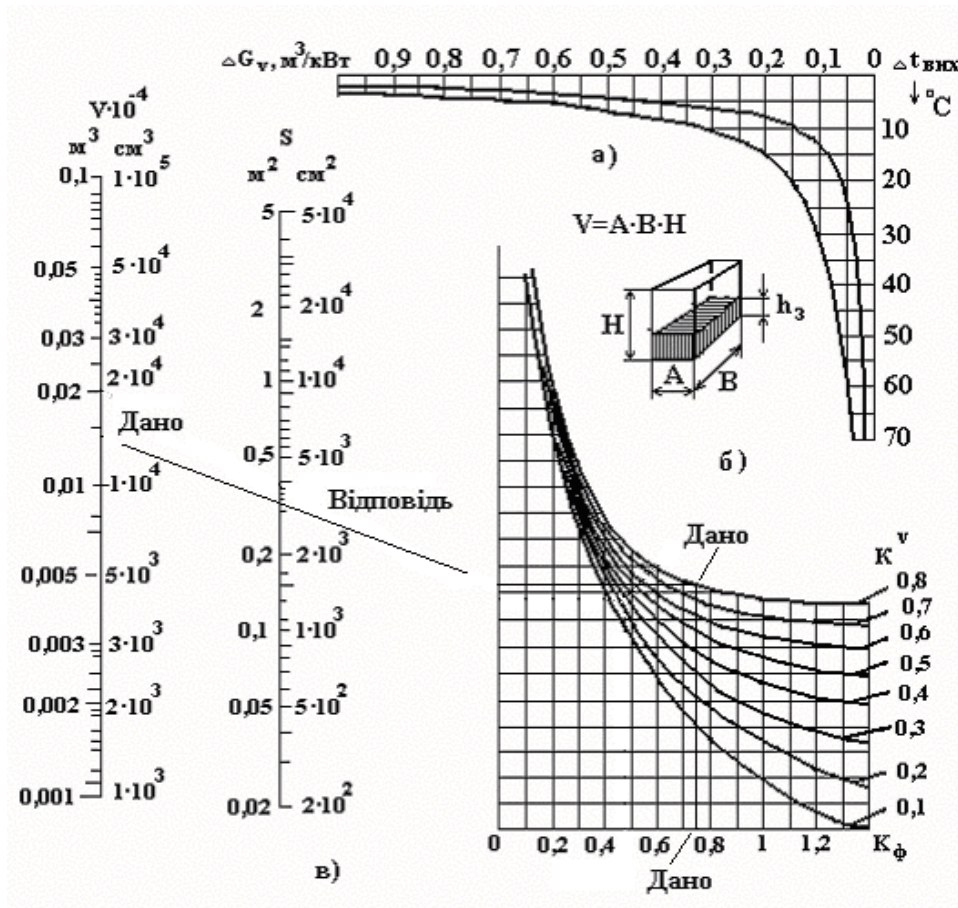


Рис. 3.1. Номограма для визначення поверхні нагрітої зони

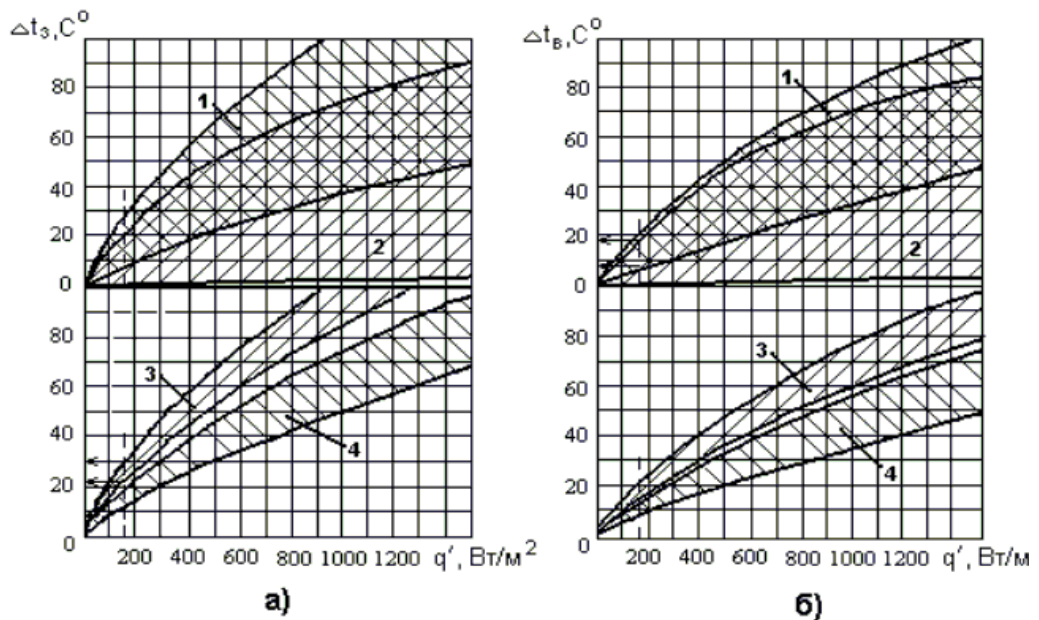


Рис. 3.2. Визначення перегріву Δt_s нагрітої зони

$$q' = 2 \text{ Вт} / 0,05 = 40 \text{ Вт/м}^2$$

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підставивши значення коефіцієнтів отримали значення температури нагрітої зони $\Delta t_3 = 5^\circ\text{C}$. Тому при розрахунку імовірності поправочні коефіцієнт будемо брати для максимальної температури 40°C .

3.3 Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності є функція надійності $P(t)$, або скорочено надійність, яка по визначенню рівна імовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов в системі не виникає, тобто $P(t) = W\{T>t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – імовірність події A , у даному випадку подія A заключається у тому, що $T>t$.

Непередбачувані експлуатаційні відмови представляють собою непередбачувані відмови повнонадійної РЕА, які виникають в період нормальної експлуатації, коли проробка пристрою вже закінчилася, а зношування і природне старіння ще не настали. Ці відмови обумовлені лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою технологічного контролю; рівно імовірні, і тому не передбачені схемою та конструкцію технологічні дефекти; відхилення режимів роботи; співставлення параметрів концентрації зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки операторів у період експлуатації. У зв'язку з перерахованими причинами поява таких відмов принципово не виключена і рівно імовірна в часі: $\lambda_0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності полягає у визначенні показників надійності виробу по відомим характеристикам надійності складових компонент і умовам експлуатації.

Приблизний розрахунок отримують по формулі:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j\right), \quad (3.14)$$

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$T_{cp.c} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j, \quad (3.15)$$

При уточненому розрахунку надійності враховують зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Розрахунок проводять по формулі:

$$P(t) = \exp\left(-k_{\lambda} t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j\right), \quad (3.16)$$

де $\lambda_j = \alpha_j \lambda_{0j} k_n$,

$k_{\lambda} = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3}$,

$P(t)$ — імовірність безвідмовної роботи;

λ_j — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи при заданих експлуатаційних даних;

λ_{0j} — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи в номінальному режимі;

α_j — поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ої групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження елемента;

k_n — коефіцієнта навантаження елемента;

k_{λ} — враховує умови експлуатації радіоелектронної апаратури;

$k_{\lambda 1}$ — вплив механічних факторів (вібрація, ударні навантаження);

$k_{\lambda 2}$ — вплив кліматичних факторів (температура, вологість);

$k_{\lambda 3}$ — умови роботи при пониженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження k_n знаходять в довіднику, коефіцієнти $k_{\lambda 1}$ — $k_{\lambda 3}$ також.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n розуміють відношення робочого навантаження, встановленого по визначеному параметру, який діє на

елемент, до цього номінального навантаження, що встановлене нормативно-технічною документацією.

Згідно умови експлуатації приладу стаціонарні. Для стаціонарних умов характерно:

$t = +15...+35$ °С;

вологість 45...75%;

атмосферний тиск 86...104 кПа.

По відповідних таблицях [10] знаходять коефіцієнти:

$$k_{\lambda 1}=1;k_{\lambda 2}=1;k_{\lambda 3}=1;$$

Отже, $k_{\lambda} = 1$.

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, знаючи температуру (+15...+35 °С) і рекомендовані значення кн.

Далі складається таблиця згідно електричного розрахунку принципової схеми і вибраної елементної бази. Довідникові дані про λ_{0j} знаходять з відомих джерел. Примітка: розрахунок надійності проводили без врахування монтажу. Інтенсивності відмов елементів приведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Інтенсивності відмов елементів [10].

№ п/п	Найменування і типомінали елементів	п, шт	$\lambda_0, 10^{-8} \text{ Год}^{-1}$	k_e	$t^{\circ}\text{C}$	k_n	k_{tn}	$\Lambda = \lambda_0 * n$
1	C1 – K50-6 -500 мкФ ×25В	1	10	1	40	1	1	10
2	C2 – K50-6 -50 мкФ ×16В	1	10	1	40	1	1	10
3	C3-КМ-0,047 мкФ	1	5	1	40	1	1	5
4	C4-КМ-0,022 мкФ	1	5	1	40	1	1	5
5	C5-КМ-0,033 мкФ	1	5	1	40	1	1	5
6	DA1 - K554CA3A	1	17	1	40	1	1	17
7	DD1 - K561JA7	1	7	1	40	1	1	7
8	HL1...HL3-АЛ307А	3	2,8	1	40	1	1	8,4

№ п/п	Найменування і типономінали елементів	п, шт	$\lambda_0,$ 10^{-8} Год^{-1}	k_e	$t^\circ\text{C}$	k_n	k_{tn}	$\Lambda=\lambda_0*n$
9	R1-МЛТ-0,25-2,2 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
10	R2-МЛТ-0,5-330 Ом	1	1	1	40	1	1	1
11	R3-МЛТ-0,25-580 Ом $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
12	R4-СПЗ-11А-330 Ом $\pm 10\%$	1	2,2	1	40	1	1	2,2
13	R5-МЛТ-0,125-750 Ом $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
14	R6-МЛТ-0,125-2,7 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
15	R7-МЛТ-0,125-220 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
16	R8-МЛТ-0,125-100 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
17	R9-МЛТ-0,125-120 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
18	R10-МЛТ-0,125-300 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
19	R11-МЛТ-0,125-5,1 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
20	R12-МЛТ-0,125-22 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
21	R13-МЛТ-0,25-1,8 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
22	R14, R15 -МЛТ- 0,125-30 кОм $\pm 10\%$	2	1	1	40	1	1	2
23	R16-МЛТ-0,125-8,2 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
24	R17-МЛТ-0,25-560 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
25	R18-СПЗ-11А-2,2 кОм $\pm 10\%$	1	2,2	1	40	1	1	2,2
26	R19-МЛТ-0,25-1 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
27	R20-МЛТ-0,125-10 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1
28	R21-МЛТ-0,125-47 кОм $\pm 10\%$	1	1	1	40	1	1	1

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ

Арк.

43

№ п/п	Найменування і типономінали елементів	п, шт	$\lambda_0,$ 10^{-8} Год^{-1}	k_e	$t^\circ\text{C}$	k_n	k_{tn}	$\Lambda=\lambda_0*n$
29	R22-МЛТ-2-8,2 Ом	1	1	1	40	1	1	1
30	R23-СПЗ-11А-680 кОм $\pm 10\%$	1	2,2	1	40	1	1	2,2
31	S1-БДМ1-2	1	7	1	40	1	1	7
32	VD1...VD4, VD10- КД209А	5	22	1	40	1	1	110
33	VD5- КС512А	1	60	1	40	1	1	60
34	VD6-КС156А	1	36	1	40	1	1	36
35	VD7, VD8 – КД509	2	10	1	40	1	1	20
36	VD9-КС139А	1	38	1	40	1	1	38
37	VT1-КТ361Б	1	50	1	40	1	1	50
38	VT2, VT3, VT5 – КТ3117	3	40	1	40	1	1	120
39	VT4-КТ816Б	1	70	1	40	1	1	70
40	X1-KONT, 2 pin	1(2)	0,2*к	1	40	1	1	0,4
41	X2-KONT2.5, 2 pin	1(2)	0,2*к	1	40	1	1	0,4
42	Пайка	110	1	1	40	1	1	110
Разом								877,6

Напрацювання на відмову:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{877.6 * 10^{-8}} [\text{год}] = 113947,1 [\text{год}]$$

В таблиці 2.1. наведено дані про використовувані елементи, їх кількість та сумарне значення інтенсивності відмов. Карта робочих режимів приведена у таблиці 3.4.

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P(2000) = e^{-\lambda_{\Sigma} * t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} * t \approx 1 - 877.6 * 10^{-8} * 2000 \approx 0,98$$

В результаті розрахунку характеристик надійності отримали такі значення:

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- сумарна інтенсивності відмов для всієї складальної одиниці на друкованій платі $\lambda_{\Sigma}=877,6 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$;
- середній наробіток до відмови $T \approx 114 \text{ тис. год}$;
- імовірність безвідмовної роботи за час $t=2000 \text{ год}$ $P(2000) \approx 0,98$.

Таблиця 3.4.

Карта робочих режимів зарядного пристрою

Поз	Типоно- мінал	Напруга, В			Струм, А		$P_{\text{розВТ}}$	k_i	k_u	k_p
		пост.	зм.	макс.	пост.	з м.				
C1	K50-6-500 мкФ $\times 25\text{В}$			<u>18</u> 25					0.7	
C2	K50-6-50 мкФ $\times 16\text{В}$			<u>13</u> 16					0.8	
C3	KM-0,047 мкФ			<u>13</u> 16					0.8	
C4	KM-0,022 мкФ			<u>13</u> 50					0.25	
C5	KM-0,033 мкФ			<u>0,7</u> 10					0.07	
DA1	K554CA3A			<u>10</u>	0,06					0.6
DD1	K561JA7			<u>10</u>	0.01					0.1
HL1	АЛ307А			<u>18</u>	0,01					0,18
HL2	АЛ307А			<u>10</u>	0,01					0,1
HL3	АЛ307А			<u>9</u>	0,01					0,09
R1	МЛТ-0,25- 2,2 кОм			<u>18</u>	0.01		<u>0.18</u> 0.25			0.75
R2	МЛТ-0,5- 330 Ом			<u>13</u>	0.015		<u>0.195</u> 0.5			0.39
R3	МЛТ-0,25- 580 Ом			<u>13</u>	0.015		<u>0.195</u> 0.25			0.78
R4	СПЗ-11А- 330 Ом			<u>13</u>	0.015		<u>0.195</u> 0.125			0.78
R5	МЛТ-0,125- 750 Ом			<u>13</u>	0,015		<u>0.195</u> 0.125			0.78
R6	МЛТ-0,125- 2,7 кОм			<u>13</u>	<u>0.015</u>		<u>0.195</u> 0.125			0.78
R7	МЛТ-0,125- 220 кОм			<u>13</u>	<u>0.015</u>					0.78
R8	МЛТ-0,125- 100 кОм			<u>13</u>	<u>0.015</u>					0.78

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ					Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						45

Поз	Типоно- мінал	Напруга, В			Струм, А		P _{розВТ}	k _i	k _u	k _p
		пост.	зм.	макс.	пост.	з м.				
R9	МЛТ-0,125- 120 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R10	-МЛТ- 0,125-300 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R11	МЛТ-0,125- 5,1 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R12	МЛТ-0,125- 22 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R13	МЛТ-0,25- 1,8 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R14	МЛТ-0,125- 30 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R15	МЛТ-0,125- 30 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R16	МЛТ-0,125- 8,2 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R17	МЛТ-0,25- 560 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R18	СПЗ-11А- 2,2 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R19	МЛТ-0,25-1 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R20	МЛТ-0,125- 10 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R21	МЛТ-0,125- 47 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R22	МЛТ-2-8,2 Ом			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
R23	СПЗ-11А- 680 кОм			<u>7</u>	<u>0.001</u>		<u>0.007</u> 0.125			0.06
VD1	КД209А			<u>18</u> 100	<u>0.015</u> 0.2			0.075	0.18	0.01
VD2	КД209А			<u>18</u> 100	<u>0.015</u> 0.2			0.075	0.18	0.01
VD3	КД209А			<u>18</u> 100	<u>0.015</u> 0.2			0.075	0.18	0.01
VD4	КД209А			<u>18</u> 100	<u>0.015</u> 0.2			0.075	0.18	0.01
VD10	КД209А			<u>13</u> 100	<u>0.015</u> 0.2			0.075	0.13	0.009

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ					Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						46

Поз	Типоно- мінал	Напруга, В			Струм, А		P _{роз} ВТ	k _i	k _u	k _p
		пост.	зм.	макс.	пост.	з м.				
VD5	КС512А			$\frac{13}{100}$	$\frac{0.015}{0.2}$			0.075	0.13	0.009
VD6	КС156А			$\frac{6}{50}$	$\frac{0.015}{0.2}$			0.075	0.12	0.009
VD7	КД509			$\frac{7}{10}$	$\frac{0.001}{0.02}$			0.005	0.7	0.0035
VD8	КД509			$\frac{7}{10}$	$\frac{0.001}{0.02}$			0.005	0.7	0.0035
VD9	КС139А			$\frac{4}{10}$	$\frac{0.005}{0.07}$			0.07	0.4	0.028
VT1	КТ361Б			$\frac{0.6}{20}$	$\frac{0.0007}{0.4}$		$\frac{0.007}{0.15}$	0.002	0.03	0.0004
VT2	КТ3117			$\frac{0.6}{50}$	$\frac{0.0007}{0.05}$		$\frac{0.0004}{0.3}$	0.014	0.012	0.0002
VT3	КТ3117			$\frac{0.6}{50}$	$\frac{0.0007}{0.05}$		$\frac{0.0004}{0.3}$	0.014	0.012	0.0002
VT5	КТ3117			$\frac{0.6}{50}$	$\frac{0.0007}{0.05}$		$\frac{0.0004}{0.3}$	0.014	0.012	0.0002
VT4	КТ816Б			$\frac{2}{45}$	$\frac{0.22}{3}$		$\frac{0.44}{25}$	0.007	0.04	0.018

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок собівартості приладу

Собівартість продукції — являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції. Це комплексний економічний показник, який об'єднує в собі витрати матеріалізованої праці і витрати живої праці. Від собівартості продукції залежить кінцевий показник діяльності підприємств — прибутковість.

Цей метод полягає у пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну заробітну плату виробничих робітників та витрати на утримання та експлуатацію устаткування. При розрахунку потрібно врахувати додаткові умови: затрати лаку на площу $1 \text{ см}^2 = 0.008 \text{ кг.}$; затрата припою $1 \text{ ніжка} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}$; кількість виробів 1000 шт. на рік; працюючих 3 чоловіки.

Провівши такий розрахунок ми можемо оцінити економічний ефект від впровадження розробленого виробу [12]. Калькуляція собівартості спроектованого приладу таблиця 4.1, основні матеріали таблиця 4.2.

Таблиця 4.1

Калькуляція собівартості спроектованого приладу

№п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	3,55
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	609,4
3	Основна заробітна плата виробничих робітників	14,98
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	1,5
5	Відрахування ЄСВ	3,63
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	11,98
7	Цехові витрати	13,48
8	Загальнозаводські витрати	21,57
9	Інші виробничі витрати	2,72
Разом:	Виробнича собівартість $C_{\text{вир}}$	682,81
10	Позавиробничі витрати	27,31
	Разом: повна собівартість $C_{\text{повн}}$	710,12

Розрахунок кількості і вартості матеріалів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу.

Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяння 1 ніжка $3 \cdot 10^{-6}$ кг, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу.

Кількість ніжок — 85. Тоді:

$$K\text{-сть (припою)} = 85 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 0,0003 \text{ кг.}$$

Ціна необхідного припою визначається:

$$C_{\text{при.}} = 1200 \cdot 0,0003 \text{ кг} = 0,36 \text{ грн.}$$

де – 1200 – ціна за 1 кг. припою ПОС 61 1.0 мм з флюсом.

Для визначення кількості витраченого лаку, з врахування затрати на площу $1 \text{ см}^2 = 0.0008 \text{ кг.}$, розрахуємо масу лаку для нашого приладу.

Площа друкованої плати рівна $S = 37.6 \text{ см}^2$

$$K\text{ість(лаку)} = 37.6 \cdot 0.0008 \text{ кг} = 0.03 \text{ кг.}$$

Ціна необхідного лаку визначається:

$$L_{\text{аку}} = 83 \cdot 0.03 = 2.5 \text{ грн.}$$

Де 83 грн – ціна за 1 кг. Лаку НЦ – 134.

Таблиця 4.2.

Основні матеріали

№ піп	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ	Одиниця вимірювання	Кість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Припій ПОС61	ГОСТ 21930-76	кг	0,0003	120,00	0,36
2	Лак НЦ-134	ТУ6-101291-77	кг	0,03	85,00	10
Разом:						16,19
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)						2,86
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)						0,41
Разом:						3,55

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ		Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			49

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

№ п/п	Найменування покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів	Марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ, DIN, ISO	Один вим.	к-сть	Ціна за один., грн.	Сума, грн
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	110×85×40	шт.	1	150	150
2	Плата друкована	100×80	шт.	1	20	20
3	C1	K10-17A 25B -220мкф	шт.	2	2	2
4	C2 – C5	Y5V 50B – 0.1 мкф	шт.	3	1	4
5	C6	K10 – 17A 20B	шт.	1	1.5	1.5
6	C7	K50 – 35A 6B	шт.	1	2	2
7	VT1	NTD3055L	шт.	3	11	22
8	R1-R3	МЛТ- 150 кОм	шт.	5	0.5	1.5
9	R4	МЛТ- 15 кОм	шт.	1	0.5	0.5
10	R5	МЛТ- 100 кОм	шт.	3	0.5	0.5
11	R6	МЛТ- 220 кОм	шт.	13	0.5	0,5
12	R7	МЛТ- 15 кОм	шт.	1	0.5	0.5
13	R8	МЛТ- 470 кОм	шт.	1	0.5	10
14	R9	ГОВТ- 15 кОм	шт.	5	1	1
15	R10	МЛТ- 18 кОм	шт.	1	0.5	0.5
16	DA1	TDA7266L	шт.	1	65	65
17	DDA1-DDA2	K561TM2	шт.	2	4	8
18	VD1-VD6	КД521А	шт.	1	2	12
19	VD7	SR106		1	1.5	1.5
20	VD8	КД243В	шт.	3	1	1
21	VT1	NTD3055L	шт.	1	5	5
22	SB1- SB4	ПКН61 НЦО.364.003ТУ	шт.	2	5	5
23	SF1 – SF2	КЕМ -2	шт.	2	30	60
Разом:						554
Транспорно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напівфабрикатів						55.4
Разом:						609.4

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

До основної заробітної плати виробничих робітників, що включається до собівартості входить оплата робітникам відрядникам і погодинна, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектованого приладу.

Основну заробітну плату визначають шляхом множення трудомісткості виготовлення спроектованого приладу на годинну тарифну ставку відповідно розряду робіт.

Трудомісткість виготовлення спроектованого приладу на стадіях ескізного і технічного проектів визначають на підставі отриманої трудомісткості виготовлення аналога та його складових частин.

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу представлений у вигляді.

Погодинна оплата праці яка діє з 01.01.2021 (Мінімальна зарплата 6000 гр.) становить 36,11 (гривень на годину). З врахуванням коефіцієнта підвищення окладу розрахуємо для кожного розряду:

$$3 \text{ розряд} = 36,11 \cdot 1,18 = 42,61 \text{ гр.} \cdot \text{год};$$

$$4 \text{ розряд} = 36,11 \cdot 1,27 = 45,86 \text{ гр.} \cdot \text{год};$$

$$5 \text{ розряд} = 36,11 \cdot 1,36 = 49,11 \text{ гр.} \cdot \text{год}.$$

Трудомісткість операції— встановлення і пайка залежить від кількості елементів і їх складності. Тому з врахування затрати часу на одну пайку 0,0014 год. і встановлення 0,0006 год. визначимо час для пайки і встановлення всіх елементів.

$$\text{Трудомісткість (пайка)} = 85 \cdot 0,0014 = 0,12.$$

$$\text{Трудомісткість (встановлення)} = 28 \cdot 0,0006 + 0,05 = 0,07.$$

$$\text{Загальна трудомісткість} = 0,12 + 0,07 = 0,2.$$

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу таблиця 4.4.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 4.4.

№ п/п	Зміст операції	Фах	Розряд роботи	Годинна тарифна ставка, грн.	Трудомісткість робіт нормо-год.	Сума зарплати за тарифом,
1	Встановлення і пайка	17474	4	45,86 грн	0,18	8,26
2	Контроль	60188	5	49,11 грн.	0,05	2,46
3	Лакування і Збирання	18352	3	42,61 грн	0,1	4,26
Разом						14,98

Розрахунок додаткової заробітної плати виробничих робітників

До додаткової заробітної плати відносять оплату відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років, вихідну допомогу.

Величина додаткової заробітної плати визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників (10%) і складає:

$$\text{ЗП (додаткова)} = 14,98 \cdot 10/100 = 1,5 \text{ грн.}$$

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону від 24.12.2015 р. №909-VIII, єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової плати виробничих робітників, а саме $14,98 + 1,5 = 16,48$ грн.

Процентна ставка 22% і складає 3,63 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйомно-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів із складу основних виробничих фондів на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих виробників. Розроблювальний прилад відноситься до радіотехнічних тому витрати на

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від 14,98, а саме 11,98 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехам відсотком від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблювальний прилад відноситься до радіотехніки тому цехові витрати будуть складати 50% від $14,98 + 11,98 = 26,96$ грн. а саме 13,48 грн.

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткувань. Розроблювальний прилад відноситься до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $14,98 + 11,98 = 26,96$ грн. а 21,57 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0.2 – 0.4%). Треба знайти 0.4% від $3,55 + 609,4 + 14,98 + 1,5 + 3,63 + 11,98 + 13,48 + 21,57 = 680,09$ грн. І це буде складати 2,72 грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 – 4 %). Треба знайти 4% від 682,81 грн. і це буде складати 27,31 грн.

Розрахунок ціни спроектованого приладу

Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + П. \quad (4.1)$$

де $C_{\text{повн}}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а П - запланований прибуток.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Прибутковість підприємства характеризується таким показником як рентабельність. Величину рентабельності можна визначити за формулою:

$$P = \Pi / C_{\text{повн}} \quad (4.2)$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$\Pi = P \cdot C_{\text{повн}} = 0.3 \cdot C_{\text{повн}} \quad (4.3)$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою.

$$Ц = C_{\text{повн}} + 0.3 \cdot C_{\text{повн}} = 1.3 \cdot C_{\text{повн}} \quad (4.4)$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ 20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде наступною.

$$Ц_{\text{вих}} = 1.2 \cdot Ц \quad (4.5)$$

Розрахунок:

Згідно формули (4.4) ціна спроектованого приладу буде.

$$Ц = 1.3 \cdot 710,12 = 852,14 \text{ грн.}$$

Із врахуванням ПДВ згідно формули (4.5) вихідна ціна.

$$Ц_{\text{вих}} = 1.2 \cdot 852,14 = 1022,57 \text{ грн.}$$

Розрахована ціна 1 виробу із запланованою рентабельністю 30%.

При виготовленні партії 1000 штук, затрати (собівартість) зменшиться за рахунок оптових закупівель комплектуючих.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

4.2 Оцінка технологічності і визначення рівня якості проекрованої техніки

Рівень якості конструкцій характеризується системою техніко-економічних показників, номенклатура яких залежить від виду і призначення продукції .

Із сукупності показників якості в курсовій роботі обов'язково повинна визначатися і аналізуватися технологічність конструкції виробу.

Для оцінки рівня якості проекрованої техніки необхідно вибрати базовий взірець (аналог), розрахувати показники технологічності для проектованого приладу (системи) і зіставити їх з показниками аналога. Формула для розрахунку показників технологічності наведені нижче:

1) коефіцієнт матеріаломісткості виробу:

$$K_m = M_i / M, \quad (4.6)$$

де M_i - маса і-го виду матеріалу; M - загальна маса виробу.

2) коефіцієнт уніфікації виробу:

$$K_y = (O_y + D_y) / (O + D), \quad (4.7)$$

де O - загальна кількість складальних одиниць; D - загальна кількість деталей у виробі; O_y - кількість уніфікованих складальних одиниць; D_y - кількість уніфікованих деталей у виробі.

3) коефіцієнт стандартизації виробу:

$$K_{cm} = (O_{cm} + D_{cm}) / (O + D), \quad (4.8)$$

Де O - загальна кількість складальних одиниць; D - загальна кількість деталей у виробі; O_{cm} - кількість стандартизованих складальних одиниць; D_{cm} - кількість стандартизованих деталей у виробі.

4) коефіцієнт повторюваності складових частин:

$$K_{новт} = I - N / (O + D), \quad (4.9)$$

де N - кількість найменувань складових частин виробу.

5) коефіцієнт збірності:

$$K_{зб} = O / (O + D), \quad (4.10)$$

Розрахунок:

1) Згідно формули (4.6) матеріаломісткість визначимо у гривневому еквіваленті відношення і-того матеріалу (ціна на один виріб) до розрахованої ціни

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

виробу. В якості і-того матеріалу візьмемо ціну покупних комплектуючих пункт 2 таблиця 2.1:

$$K_m = \frac{M_{\text{покуп}}}{M} = \frac{609,4}{852,14} = 0,72$$

Отримане співвідношення вказує вміст ціни покупних матеріалів у загальній ціні спроектованого виробу.

2) Згідно формули (4.7) коефіцієнт уніфікації виробу:

$$K_y = \frac{O_y + D_y}{O + D} = \frac{1 + 58}{2 + 58} = \frac{32}{33} = 0,98$$

Деталей 58; складальних одиниць 2 (корпус - уніфікований, друкована плата);

3) Згідно формули (4.8) коефіцієнт стандартизації виробу:

$$K_{cm} = \frac{O_{cm} + D_{cm}}{O + D} = \frac{58}{2 + 58} = \frac{58}{60} = 0,97$$

4) Згідно формули (4.9) коефіцієнт повторюваності складових частин:

$$K_{новт} = 1 - \frac{N}{O + D} = 1 - \frac{2}{2 + 58} = 1 - 0,03 = 0,97$$

де 2 – корпус і друкована плата;

5) Згідно формули (4.10) коефіцієнт збірності:

$$K_{зб} = \frac{O}{O + D} = \frac{2}{2 + 58} = \frac{2}{60} = 0,03$$

Так-як отримані коефіцієнт 2, 3, 4 вийшли близькими до одиниці, то з цього можна зробити висновок, що дана розробка є простою у виготовленні і контролі параметрів.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

Важкість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), які забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі [13, 14].

Напруженість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Під час виконання людиною трудових обов'язків на неї діє сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних чинників, що зветься *виробничим середовищем*.

Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають *умови праці*.

Реальне виробництво супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний виробничий ризик.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва.

Шкідливий виробничий фактор – небажане явище, що супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо-зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Захворювання – це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

Виробничо-зумовлене захворювання – це захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

Професійне захворювання (профзахворювання) – це захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та зумовлюється виключно або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

Небезпечний виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

Виробнича травма – пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

Нещасний випадок на виробництві – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Як вже було сказано в попередніх лекціях, один і той же чинник може одночасно викликати і травму, і захворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

призвести до миттєвої смерті). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – *небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ)*.

*За своїм походженням та природою дії НШВФ ділять на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні**.

До *фізичних НШВФ* відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищена напруженість електричного та магнітного полів тощо.

До *хімічних НШВФ* відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. По шляхам проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють через:

- 1) органи дихання;
- 2) шлунково-кишковий тракт;
- 3) шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До *біологічних НШВФ* відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки тощо) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми – це тварини та рослини.

До *психофізіологічних НШВФ* відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Соціальні НШВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляваність з відривом від сім'ї, незадоволеність роботою тощо.

Слід мати на увазі, що один і той самий за природою своєї дії НШВФ може належати одночасно до різних вищезгаданих груп.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Такий стан умов праці, при яких виключена або зведена до припустимого рівня дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів зветься *безпекою праці*.

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворювання. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єкти існуючих виробничих небезпек. Цю задачу саме і вирішує *охорона праці*.

Законодавство України в сфері охорони праці

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Стаття 2 Закону України «Про охорону праці» встановлює, що дія його поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

До основних законодавчих актів, що мають безпосереднє відношення до охорони праці слід також віднести:

Основи законодавства України про охорону здоров'я.

Кодекс законів про працю України (КЗпПУ).

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Закон України «Про пожежну безпеку».

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» тощо.

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться і в багатьох інших законодавчих актах України. Це стосується таких законодавчих актів, як «Цивільний кодекс», «Кримінальний кодекс», Закон України «Про колективні договори і угоди», технічні Регламенти з безпеки промислового обладнання та продукції, що розроблені згідно існуючих вимог Директив ЄС у цій сфері і мають статус Законів, тощо.

Крім вищезазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють інші національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку, підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. Всі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні.

Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Стаття 4 Закону України «Про охорону праці» визначає, що засади державної політики в галузі охорони праці базуються на 10 основних принципах:

- 1. Пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.*
- 2. Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.*

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

3. Комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля.
4. Соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.
5. Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.
6. Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.
7. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству.
8. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.
9. Забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях.
10. Використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці

Працівники зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням [13, 14].

Ця категорія працівників також має право на:

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення;
- скорочення тривалості робочого часу;
- додаткову оплачувану відпустку;
- пільгову пенсію;
- оплату праці у підвищеному розмірі та на інші пільги та компенсації, що надаються в передбаченому законодавством порядку.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникам пільги і компенсації не передбачені чинним законодавством.

Протягом дії трудового договору роботодавець повинен своєчасно інформувати працівника про зміни у виробничих умовах та в розмірах пільг і компенсацій, включаючи й ті, що надаються їм додатково.

5.4. Фінансування охорони праці

Стаття 19 Закону «Про охорону праці» встановлює, що фінансування охорони праці на підприємстві здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці мають становити не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і мають становити не менше 0,2 % від фонду оплати праці.

Суми витрат на охорону праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Додатковим джерелом фінансування заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, усунення загрози здоров'ю працівників, викликані умовами праці, є Фонд соціального страхування від нещасного випадку на виробництві (ФССНВ). Фінансування заходів з охорони праці системою страхування є ефективним методом економічного впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в ринкових умовах.

Система державного управління охороною праці в Україні, органи державного управління охороною праці, їх компетенції і повноваження

Однією з функцій сучасної держави є проведення соціальної політики, спрямованої на підвищення безпеки праці. Здійснення цієї функції неможливе без відповідного державного управління охороною праці. Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування.

Державний нагляд, відомчий і громадський контроль за охороною праці.

З метою забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створена система державного нагляду, відомчого і громадського контролю з цих питань.

Державний нагляд за додержанням законів та інших НПАОП відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (*Держпраця*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки (*Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки (*підрозділ Державної Служби з надзвичайних ситуацій*);

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

– спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці (*Головний державний санітарний лікар та санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я*).

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

Свою роботу щодо нагляду за охороною праці Держпраці проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці та експертно-технічні центри.

Інспектори Держпраці мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з охорони праці;
- одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;
- видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб займаній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Відомчий контроль покладається на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюється відповідними службами охорони праці.

Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). Професійні спілки також мають право на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП, брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань та надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП.

Служба охорони праці підприємства

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

комітету України по нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11. 2004 р. №255, зареєстрованому в Міністерстві Юстиції України 01.12. 2004 р. за №1526/10125. Відповідно до цього нормативного документу на підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку [13, 14].

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Згідно Типового положення про службу охорони праці ця служба виконує такі основні функції:

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;
- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (або підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ "Охорона праці" у колективному договорі;
- проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;
- організовує: забезпечення працюючих нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, дільниць та атестацію робочих місць щодо їх відповідності вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

праці; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;

бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісій по введенню в дію, реконструкції або технічного переозброєння об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства;

сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих;

розглядає листи, заяви та скарги працюючих з питань охорони праці;

надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці;

готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства;

контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці; використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протиаварійного, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, надання працівникам пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці; проходження медичних оглядів; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування тощо;

здійснює зв'язок з медичними закладами, з науковими та іншими організаціями з питань охорони праці, організовує впровадження їх рекомендацій.

Спеціалісти служби охорони праці мають право представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці, безперешкодно будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці, а у разі виявлення порушень охорони праці: 12

видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

зупиняти роботу виробництва, ділянки, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Основне законодавство з охорони праці

Законодавство про охорону праці складається з закону України про охорону праці, прийнятого 14 жовтня 1992 року, кодексу законів про працю та інших нормативних актів. Ці закони обов'язкові для всіх підприємств незалежно від їх відомчої належності і є загальнодержавними.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Закон України „Про охорону праці” визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Основними загальнодержавними правилами, в яких є вимоги до забезпечення безпеки праці при проектуванні та експлуатації об'єктів виробничого призначення. До загальнодержавної нормативно-технічної документації належать державні стандарти РСБП.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Міжгалузеві правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії є також загальними і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці в деяких галузях або ж під час окремих видів робіт чи на окремих типах обладнання будь-яких галузях народного господарства.

В зв'язку, а тим, що деякі галузі народного господарства мають специфічні умови праці, виникає потреба розробляти галузеві правила і норми охорони праці. Вони розповсюджуються тільки на окрему галузь виробництва в масштабах всієї країни і утримують гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі.

Нормативно-технічна документація з охорони праці є основою для розробки заходів щодо забезпечення на всіх робочих місцях безпечних і здорових умов праці. На кожному підприємстві з урахуванням вимог згаданих нормативно-технічних документів розробляють інструкції з охорони праці з урахуванням конкретних умов для кожної робочої професії. Ці інструкції узгоджуються з профспілковим комітетом і затверджуються керівником підприємства.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Права працівників на охорону під час роботи:

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Обов'язки роботодавця:

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці [13, 14].

Вимоги електробезпеки

Вимоги по експлуатації (електробезпеці) повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.002-80; ДСТУ 12.1.019-79.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Влаштування заземлення і його конструкції повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75.

Монтаж електрообладнання повинен виконуватися з відповідністю з “Правилами устроювання електроустановок”.

Корпуса електродвигунів і рам повинні бути заземленими на загальний контур. Опір між проводом, який заземлюється і рамою не більше 0,1 Ом.

Двері щитів і пультів повинні бути закриті замками і обладнані контактами електроблокування.

Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78, ДСТУ 12.3.016-87. Освітленість зони повинна бути не менше 150 люкс згідно СН 357-77.

Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м^3 по ДСТУ 12.1.005-88.

Для безпеки і зручності роботи необхідно:

Силову і освітлювальну проводку заключити в ізоляційні труби. Не завантажувати робочу зону обслуговування навколо автоматів, забезпечити вільний доступ до обладнання зі всіх сторін, дотримуватися чистоти на робочому місці.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, а також при прибиранні автоматів на шафовому щиті необхідно повісити табличку “Не включати! Працюють люди” [13, 14].

Категорично забороняється:

1. Проводити розборку чи ремонт автомата без відключення від електромережі.
2. Ремонтувати двигуни, електроапаратуру чи зачищати запобіжники особам, які не мають відповідного доступу.
3. Працювати з несправними блокуючими вимикачами.
4. Працювати з зламанним огородженням.
5. Чистити і змащувати обладнання під час роботи.
6. Залишати обладнання без нагляду.
7. Поправляти садку на вагонетці під час знаходження на ній візка з захватами.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки і пожежегасіння, в разі виникнення пожежі, при розробці проекту передбачається під'їзди для пожежних машин до будівель і споруд. На території підприємства передбачено розміщення градирні ємністю 200 м³, як засобу зовнішнього пожежегасіння.

Також передбачається влаштування зручного під'їзду до градирні з площадкою для розвороту пожежних машин.

Розрахункова витрата води для зовнішнього пожежегасіння при розрахунковій кількості пожеж - згідно з БНіП 2.04.02-81, приймається 10л/сек. Встановлюються світло вказівники для інформації в засобах пожежегасіння, пожежна і димова сигналізація, згідно з БНіП II-2-80.

У виробничих будівлях забезпечуються вільні проїзди у відповідності до норм ГОСТ 12.1.004-76.

Біля виробничих приміщень обладнуються щити, Які зафарбовуються в червоний колір, з вогнегасником на 100 м² приміщення, а також багор, лопата. Біля щита встановлюється ящик з піском.

Згідно з БНіП 3.03.01-87, дерев'яні елементи, що знаходяться у безпосередній близькості до джерел вогню і тепла, просочуються антипіренами.

При посадці зелених насаджень витримуються відстань до листяних порід дерев від будівлі не менше 5 м, від хвойних порід - не менше меж протипожежних відстаней (БНіП II-60-75).

Двері на шляхах евакуації - відкриваються в сторону виходів, в сходиноквих маршах виконані самозакриваючимися з ущільненими притворами.

В запроектованому неопалювальному складі готової продукції - передбачається сухо провідна сітка протипожежного водопроводу, яка заповнюється водою відкриттям засувки з електроприводом від кнопок біля пожежних кранів.

Засувка з електроприводом встановлюється в опалювальному приміщенні - побутових кімнатах підприємства.

В проекті передбачається встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС - 3 в приміщенні прохідної. ППС - 3 дозволяє включати в себе лінії

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

пожежної і охоронної сигналізації, які контролюють приміщення, що відповідають категоріям пожежонебезпеки [13, 14].

Проектування даного підрозділу виконано у відповідності із БНіП 2.04.09-84 на основі “Инструкции по проектированию установок пожарной сигнализации” ВПСН-61-78 та інших нормативних документів.

Сітка автомобільних доріг з твердим покриттям, пожежні щити і ящики з піском рівномірно розподіляються по всій території заводу згідно нормативів і забезпечують повну і надійну безпеку даного підприємства.

У відповідності з “Указаниями по проектированию и устройству молниезащите зданий и сооружений” СН 355-77 забезпечується захист від прямих ударів блискавки і заносу високих потенціалів. Димові труби захищаються індивідуальними блискавко - приймачами.

Захист від заносу високих потенціалів і статичної електрики здійснюється шляхом приєднання всіх підземних і надземних комунікацій на вводах в будівлю до заземлюючих пристроїв (див.п.6.3.1.).

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачено систему захисного занурення. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для електроустановок високої і низької напруги (СН 305-77).

В якості дійсного заземлювача використовуються трубопроводи і металеві конструкції будівель і споруд(включаючи арматуру фундаментів), що мають надійне з'єднання з землею.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ВИСНОВКИ

1. Згідно із поставленими у технічному завданні вимогами на рівні технічного проекту розроблено пристрій зарядки. Із наступними параметрами: струм зарядки 20...200 мА, струм розрядки 2...20 мА, напруга автоматичного відключення зарядки 1,2...13,5 В, напруга автоматичного включення зарядки 0,8...13,1 В, тривалість імпульсів струму зарядки 3,3 мс, тривалість імпульсів струму розрядки 6,6 мс.

2. У роботі проведено синтез і аналіз структурної та принципової схем приладу. Виконані базові розрахунки по визначенню номіналів, типорозмірів та режимів роботи.

3. Проведено конструкторську проробку варіанту реалізації дослідного зразка. З цією метою розроблено друковану плату. Габаритні розміри друкованої плати 100x80 мм.

4. Виконано розрахунки надійності спроектованого приладу та визначено час його безвідмовної роботи. Імовірність безвідмовної роботи на протязі 2000 год $P(2000)=0,98$.

5. Проведено розрахунки собівартості пристрою яка складає 710,12 грн. Одержані результати досить наближені через наближеність цін на основні витрати.

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://batts.pro/tipyi-akkumulyatorov-li-ion/>
2. <https://www.allaboutcircuits.com/news/where-do-lithium-ion-batteries-stand-2020/>
3. <https://electric-guide.com/lithiumion-battery-wikipedia-lithiumion-batteries-as-charged-correctly-this-question-interests-many-people-who-often-use-various-gadgets-and-mobile-devices.html>
4. <https://maylohack.ru/uk/redaktery/kontroller-zaryadki-litievyyh-batarei-novostnoi-i-analiticheskii.html>
5. <https://hi-news.pp.ua/tehnka-tehnologyi/6392-lty-onniy-akumulyator-18650-rozmri-akumulyator-18650-zastosuvannya.html>
6. <http://electro-shema.ru/chertezhi/zaryadka-dlya-li-ion-akkumulyatorov.html>
7. <https://ua.waykun.com/articles/impulsna-zarjadka-dlja-litij-ionnih-akumuljatoriv.php>
8. Савицька М.П., Ботнар Л.Б. Аналогові електронні пристрої: Навчальний посібник. Модуль 2. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2009. – 144 с.
9. Сенько В. І. Електроніка і мікросхемотехніка: у 4-х томах: навчальний посібник / В. І. Сенько, М. В. Панасенко, Є. В. Сенько та ін.; за ред. В. І. Сенько. – К.: Каравела, 2012. – Том 4. Електроніка. Книга 1. Силова електроніка. – 640 с.
10. Бутурлакин О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В., Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури. Методична розробка для студентів інженерних спеціальностей. УжНУ, 2001,-56 с.
11. Гершунский Б.М. Справочник по расчету электронных схем. Киев, Высшая школа, 1983, 240стр.
12. Кузьміна Е.А. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічного розділу дипломного проекту: метод. розробка для студентів інженерних спеціальностей. Ужгород: УжДУ, 2000. 26 с.
13. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов,

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с. <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2012/01/Основи-охорони-праці.pdf>

14. С.С. Козлов. Методичні вказівки до виконання розділу — “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах для підготовки студентів факультету електроніки за освітньо-кваліфікаційним рівнем — “Спеціаліст” та “Магістр” <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/9.ДП-РЕА.pdf>

					КМР.ЕС.20055062.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки	
				<u>Документація</u>			
A1			МКР.ЕС.18051010.01.000.Е1	Схема електрична структурна	1		
A1			МКР.ЕС.18051010.01.000.Е3	Схема електрична принципова	1		
A4			МКР.ЕС.18051010.01.000.ПЕЗ	Перелік елементів	1		
A1	1		МКР.ЕС.18051010.01.001	Плата друкована	1		
A1			МКР.ЕС.18051010.01.001.СК	Складальне креслення	1		
A4			МКР.ЕС.18051010.01.000	Специфікація	1		
A4			МКР.ЕС.18051010.01.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1		
				<u>Деталі</u>			
		1	МКР.ЕС.18051010.01.001	Друкована плата	1		
				<u>Стандартні вироби</u>			
				<u>Конденсатори К10-17</u> <u>ОЖО.460.208 ТУ</u>			
		2	С1	К50-6-500×25В мкФ ± 10%	1		
		3	С2	К50-6-50×16В мкФ ± 10%	1		
		4	С3	КМ-0,047 мкФ ± 10%	1		
		5	С4	КМ-0,022 мкФ ± 10%	1		
		6	С5	КМ-0,033 мкФ ± 10%	1		
				<u>Мікросхеми</u>			
		7	DA1	К521СА3 КО.348.432-04 ТУ	1		
		8	DD1	К561ЛА5 БКО.348.357-01 ТУ	1		
				МКР.ЕС.20055062.01.000			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Гат'ян М.А.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Зяць Т.М.				У	1	3
Т/Контр.					ДВНЗ «УЖДУ», ІТФ група ЕС		
Н/Контр.	Мешко Р.О.						
Затвердив	Зяць Т.М.						
Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів Специфікація							

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Залуж Т. М.

Студента (-ки) 2 курсу
спеціальності 171. Електроніка
Тат'ян. М. А.
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Тат'ян. Михайло. Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денна, ІТФ Р, 2 курс, магістратура
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Триступі
зарядки ліній - сонних акумуляторів.

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

14.12.

Дата

Тат'ян

Підпис

Додаток 2.


ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Ган'ян Михайло Анатолій
Назва роботи	Тришпийський заклад мист - історична аудиторія
Спеціальність	Електроніка
Курс	2
Факультет	Інженерно - технічний
Кафедра	Електронні системи
Керівник роботи	Заяць Ярослав Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	14.12.2021
Ідентифікаційний номер роботи	100006217
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	1,59 %

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

Заяць Т. М.
(прізвище, ініціали)

14.12.2021
Дата


Підпис

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1009670835

Дата перевірки:
14.12.2021 10:06:19 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
14.12.2021 10:09:08 EET

ID користувача:
100006217

Назва документа: КМР Гат'ян-1

Кількість сторінок: 8 Кількість слів: 2329 Кількість символів: 14625 Розмір файлу: 73.00 KB ID файлу: 1009670515

1.59% Схожість

Найбільша схожість: 1.25% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009661481)

Не знайдено джерел з Інтернету

1.59% Джерела з Бібліотеки

4

Сторінка 10

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

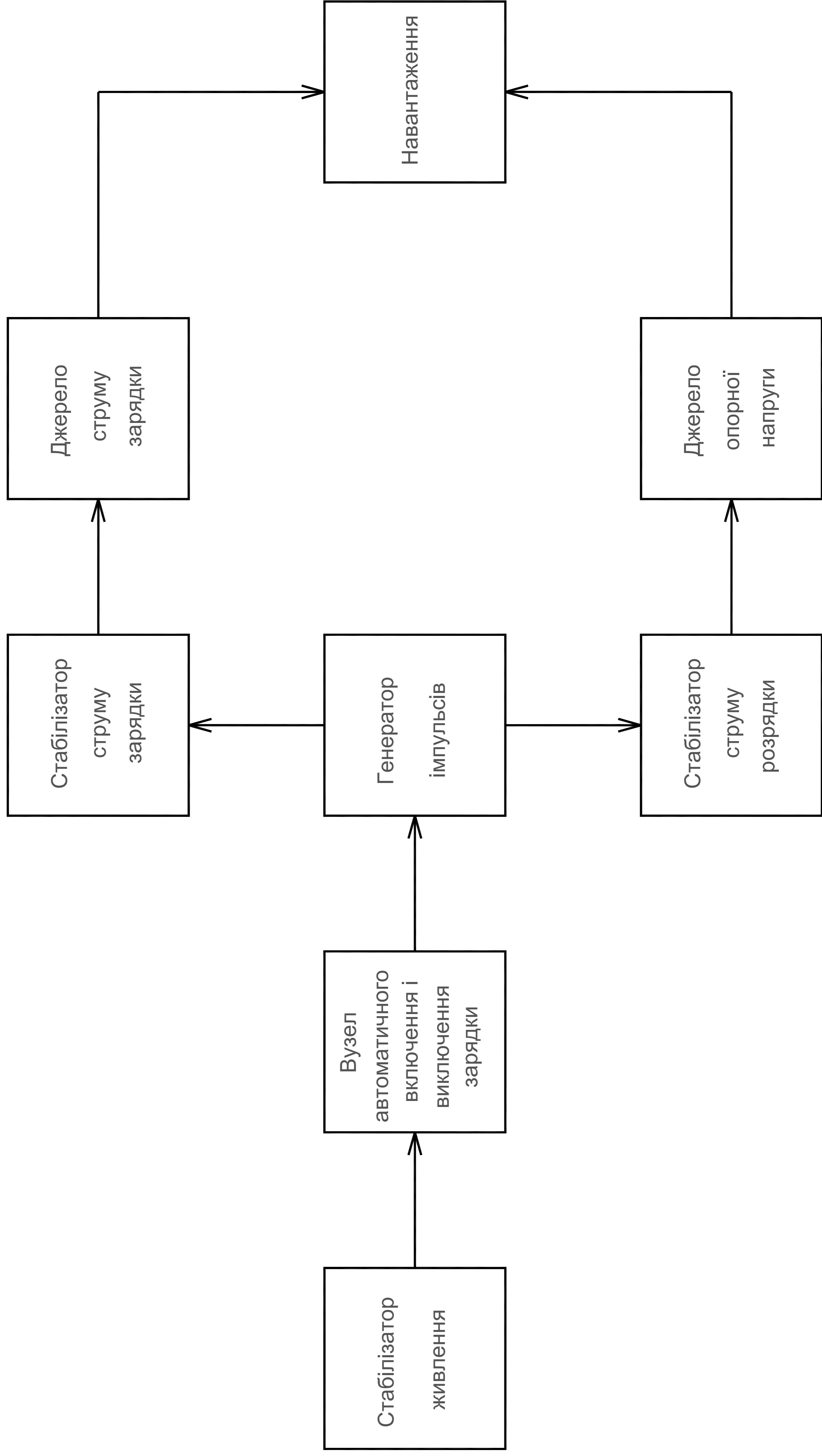
Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

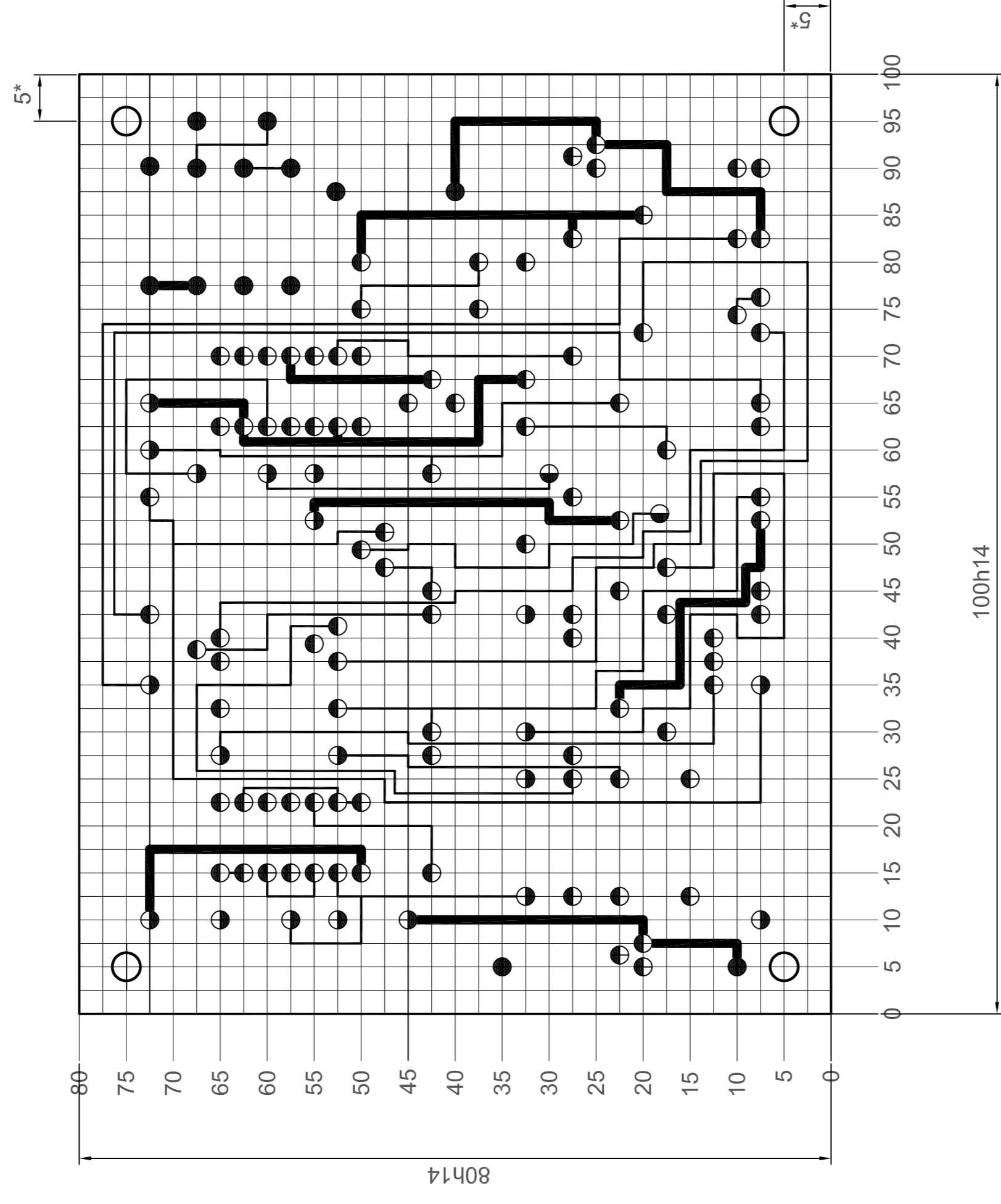
86



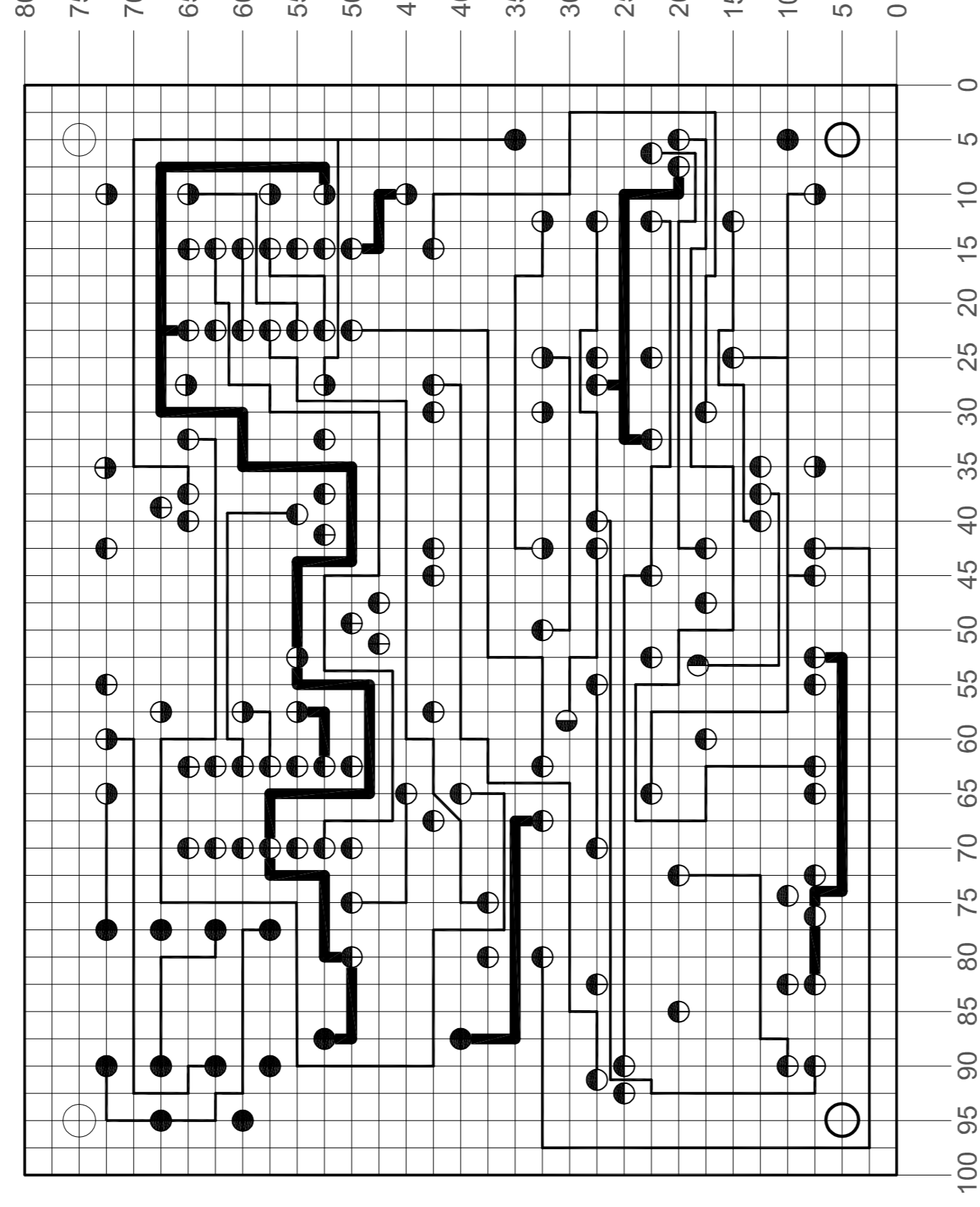
KMP_EC.20055062.01.000.E1									
Знак	Литера	Маса	Масштаб						
Розробник	Т.Кондр.	Коршак	Зав'язь Т.М.	Головний інженер	У	5:1			
Т.Кондр.	Меншо Р.О.	Зав'язь Т.М.	Зав'язь Т.М.	Примітки зарядки літій-іонних акумуляторів					
				Схема електрична структурна					
				ДВНЗ "УжНУ" ІТФ					
				Група ЕС					

Rz $\sqrt{\text{ ()}}$ ⁵⁰

Сторона встановлення елементів



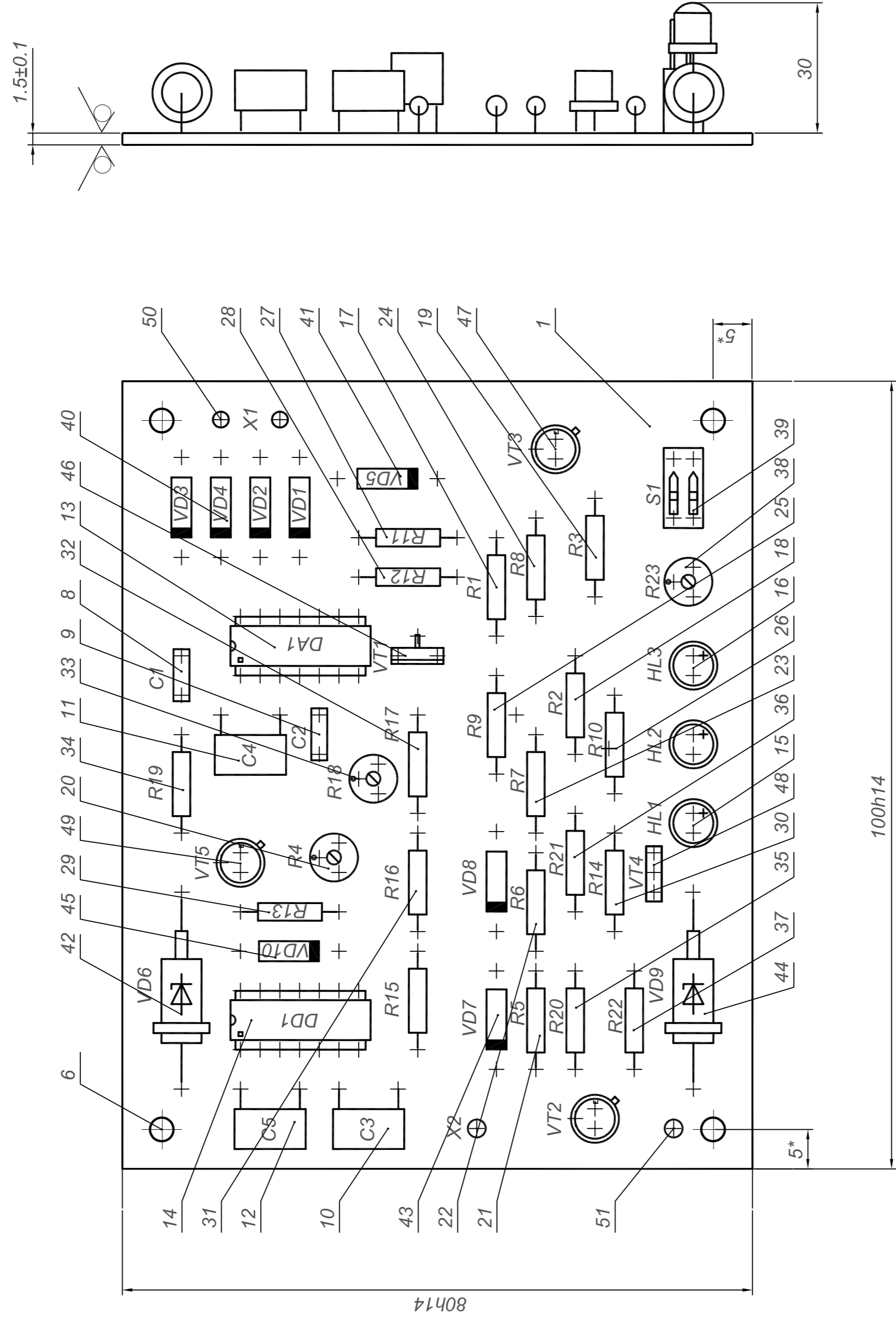
Зворотня сторона плати



- 1.Плату виконувати комбінованим методом
- 2.Крок кординатної сітки 2.5 мм.
- 3.Конфігурацію провідників витримувати по кординаційній сітці.
- 4.Провідники що умовно позначені суцільними лініями виконувати шириною не менше 0.25±0.1 і 1.5 мм ±0.1 відповідно
- 5.Провідники покрити сплавом "Розе".
- 6.Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79, загальні технічні вимоги згідно ОСТ4ГО.070.015.

Умовне позначення отворів	Діаметр отворів мм	Наявність металізації в отворах	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
\odot	0.6 ^{+0.1}	метал	0.8	99
\ominus	0.8 ^{+0.1}	метал	1	22
\bullet	2.5 ^{+0.1}	метал	2.5	12
\ominus	0.6 ^{+0.1}	метал	1.5	2
\oplus	3.0 ^{+0.1}	не метал	—	4

КІМР.ЕС.20055062.01.000			
Зм	Дис	№ документа	Підпис
Розробит	Гарин М.А.		
Коректик	Зачь Т.М.		
Т.Контр.			
Н.Контр.	Мешко Р.О.		
Затвер.	Зачь Т.М.		
Літера	У	Дата	
Маса	Маштаб	2:1	
Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів			
Друківана плата			
ДВНЗ "УкрУНУ" ППФ			
Група ЕС			



1. Електромонтаж виконувати згідно КМР.ЕС.20055062.01.000.ЕЗ
2. Паяти припоєм ПОС-61 ГОСТ 1499-70.
3. *Розміри для довідок.
4. Друковані провідники умовно не показані. Плату після зборки покрити емаллю ЭП 572, білий ТУ6-10-1539-76.
5. Позначення елементів маркувати краскою ЧМ, чорний, БМ, білий, ТУ 029-02 029 -02-859-78. Шрифт 2.5 згідно НО. 010.007. Місця розміщення маркування показані умовно.

КМР.ЕС.20055062.01.000.СК		Літера		Клас		Масштаб	
		У				2:1	
Пристрій зарядки літій-іонних акумуляторів		Лист		Дата			
Складальне креслення		ГРМ/М.А.		Зав'язь Т.М.		Архив Т	
		Н.Кондр.		Мешко Р.О.		ДВНЗ "УжНУ", ГФ	
		Зав'язь Т.М.		Зав'язь Т.М.		Група ЕС	