

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

кафедра біотехнічних систем

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізований апарат для електросну

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РБм-61  
спеціальності 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

П'єх А.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дедів Л.Є.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Яворська Є.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2020

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра біотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Яворська Є.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«    »

20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 163 Біомедична інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту П'єх Андрій Тарасович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізований апарат для електросну

Керівник роботи Дедів Леонід Євгенович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «02» листопада 2020 року № 4/7-793

2. Термін подання студентом завершеної роботи 17 грудня, 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання, методи електросон терапії

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз технічного завдання, Огляд аналогів апарату для електросну та вибір напрямку дослідження. Конструкторська частина. Математичне моделювання сигналів стимулів при проведенні процедури електросну. Конструкторський аналіз схемо-технічних рішень базового апарату. Параметричний синтез апарату для електросну. Розробка конструкції апарату для електросну. Розрахунок надійності друкованого вузла апарату. Технологічна частина. Визначення рівня технологічності виробу. Визначення типу виробництва. Обґрунтування вибору технологічного устаткування для виготовлення апарату. Дослідження ефективності проведення електросон терапії. Перспективи застосування методу електросну  
Охорона праці. Безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Актуальність теми. Мета, задачі, предмет та об'єкт дослідження.

Аналітична частина. Математичне моделювання сигналів стимулів при проведенні процедури електросну. Схемо-технічне проектування. Конструкторська частина. Висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зелінський І.М., доц. каф. ПВ		
	Стадник І.Я., проф. каф. ОХ		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу		
2	Написання розділу 1		
3	Написання розділу 2		
4	Написання розділу 3		
5	Написання розділу 4		
6	Попередній захист		
7	Захист		

Студент \_\_\_\_\_ П'ех А.Т.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Дедів Л.Є.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

П'єх Андрій Тарасович. Модернізований апарат для електросн. –  
Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 163 – біомедична  
інженерія, ТНТУ, Тернопіль, 2020.

Розглянуто особливості роботи апаратів для електросну, які можна  
знайти на ринку медтехніки. Розглянуто їх структуру та функціональні  
можливості. Запропоновано способи їх удосконалення, зокрема реалізації  
генератора прямокутних імпульсів змінної щільності на основі використання  
мікросхеми NE555 або аналога КР1006ВИ1. Застосування цієї мікросхеми  
дало можливість значного зменшення маси та розмірів друкованого вузла  
апарату в порівнянні із аналогами. Проведено розрахунки елементів  
модернізованих вузлів апарату, вибір елементної бази та розроблено  
топологію друкованої плати та друкованого вузла апарату.

Ключові слова: електросон, терапія, прямокутні імпульси, змінний  
струм.

## ANNOTATION

Piekh A.T. Upgraded device for electrosleep. - Manuscript.

Master's qualification work in specialty 163 - biomedical engineering, TNTU, Ternopil, 2020.

Features of work of devices for electrosun which can be found in the market of medical equipment are considered. Their structure and functionality are considered. Methods for their improvement are proposed, in particular the implementation of a generator of rectangular pulses of variable slit based on the use of the NE555 chip or KP1006ВИ1 analog. The use of this chip made it possible to significantly reduce the weight and size of the printed circuit board compared to analogues. The calculations of the elements of the modernized units of the device, the choice of the element base and the topology of the printed circuit board and the printed unit of the device are carried out.

Key words: electrosleep, therapy, rectangular pulses, alternating current.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Аналіз технічного завдання.....	10
1.2 Огляд аналогів апарату для електросну та вибір напрямку дослідження.....	12
1.3 Висновки до розділу 1.....	16
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Конструкторська частина.....	18
2.2 Технологічна частина.....	39
2.3 Висновки до розділу 2.....	48
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Дослідження ефективності проведення електросон терапії.....	49
3.2. Сучасний стан електросон терапії.....	50
3.3. Перспективи застосування методу електросну.....	52
3.4 Висновки до розділу 3.....	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	54
4.1 Охорона праці.....	54
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	56
4.3 Висновок до розділу 4.....	61
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Актуальність теми. Під електросном в області медичної терапії розуміють метод, в ході проведення якого виконується стимуляція головного мозку розрядами електричного струму визначеної форми та параметрів. Як наслідок, це провокує розвиток у людини стану, який є близьким до стану природного сну. Однак, якщо результатом природного сну є фізіологічний відпочинок, то додатково у випадку електросну створюється аналгетичний ефект. Цей метод застосовується для лікування значної кількості захворювань.

В основі роботи пристроїв для електросну лежить вплив імпульсним струмом низької частоти, малої тривалості та слабкої сили, що виробляється спеціальним генератором. Таким сигналом, який є ритмічним подразником, виконується вплив на нервові клітини кори головного мозку. Такий вплив, беручи до уваги вчення Павлова, викликає гальмування протікання нервових процесів в клітинах кори півкуль головного мозку. Природний сон викликає такі ж процеси. Для впливу імпульсного струму на головний мозок електроди накладаються на область очних ямок і потиличну частину голови. До очних електродів підводиться негативний полюс (-), а до потиличних електродів - позитивний (+).

Апарати для електросну застосовуються в процесі лікування захворювань, в основі патогенезу яких лежить утворення застійних вогнищ збудження або гальмування в корі півкуль головного мозку, а також порушення нормальних співвідношень корково-підкіркової регуляції соматичних функцій організму. Також такі апарати застосовуються при лікуванні ряду нервово-психічних захворювань, переважно неврозів і реактивних станів, особливо ускладнених порушенням сну. В області терапії апарати для електросну застосовуються при гіпертонічній хворобі, порушеннях ритму серця, гіпотонічній хворобі, початкових формах

атеросклерозу і виразкової хвороби шлунка, бронхіальній астмі та інших захворюваннях.

Структурно, апарат для електросну не є складним та включає в себе генератор сигналів-стимулів відповідної форми, підсилювача по потужності та давача струму для обмеження та контролю значення струму, який протікатиме через електроди в колі пацієнта.

При цьому актуальним є вибір схемо-технічних рішень виконання апарату для електросну з метою збільшення його функціональних можливостей, зокрема в плані оперативної зміни форми сигналів стимулів, ефективного керування струму стимулу та відпрацювання аварійних станів для унеможливлення ураження пацієнтів електричним струмом

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є модернізація апарату для електросну. Для цього необхідним є вирішення наступних задач:

- провести аналіз аналогів апарату для електросну для вибору напрямку дослідження;
- проаналізувати структуру та функціональні можливості аналогів апарату для електросну та запропонувати способи їх модернізації;
- розробити модернізований апарат для електросну, його конструкцію та розглянути технологічні питання його виготовлення;
- провести дослідження з практичного застосування модернізованого апарату для електросну.

*Об'єкт дослідження:* процес стимуляції головного мозку електричними імпульсами для отримання ефекту електросну.

*Предмет дослідження:* апарат для електросну, його можливості.

Практичне значення одержаних результатів. Використання розробленої схеми структурної, функціональної та електричної принципової дасть можливість розроблення функціональних апаратів для електросну.

Апробація результатів дослідження. Викладені в



кваліфікаційній роботі результати доповідалися і обговорювалися на VIII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (м. Тернопіль, 2020 р.).

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

#### 1.1. Аналіз технічного завдання

В роботі розглядається апарат для електросну. В основі роботи апарату лежить вплив імпульсним струмом низької частоти, малої тривалості та слабкої сили, що виробляється генератором [1]. Таким сигналом впливають як ритмічний подразник на нервові клітини кори головного мозку. Ця дія, по вченню Павлова, викликає розлите гальмування клітин кори півкуль головного мозку, як і сон [1].

Для впливу імпульсного струму на головний мозок електроди накладаються на очні ямки і потилицю. До очних електродів підводиться негативний полюс (-), а до потиличних електродів - позитивний (+) [2].

Його використовують для лікування нервово-психічних захворювань, переважно неврозів і реактивних станів, особливо ускладнених порушенням сну.

У терапії апарат використовується при гіпертонічній хворобі, кардіалгіях і порушеннях ритму серця, гіпотонічній хворобі, початкових формах атеросклерозу і виразкової хвороби шлунка, бронхіальній астмі та інших захворюваннях. У хірургічній практиці апарат застосовується в післяопераційному періоді. У шкірній клініці апарат використовується при лікуванні екзем та невродермітів. У гінекології апарат застосовується в передпологовій період, а також при токсикозах першої половини вагітності.

В дипломному проекті проводиться модернізація апарату для електросну, який функціонально представляє собою генератор електричних імпульсів прямокутної форми, які передаються від апарату по кабелю електродів, накладених на голову пацієнта [1].

Технічні вимоги:

- частота проходження імпульсів:
  - на I піддіапазоні – (5...30) Гц,
  - на II піддіапазоні – (25...150) Гц;
- тривалість імпульсів  $0.5 \text{ мс} \pm 20 \%$ ;
- тривалості фронту і зрізу імпульсів не більше 50 мкс;
- час встановлення робочого режиму не перевищує 3 хв;
- апарат працює від мережі змінного струму частоти (  $50 \pm 0,5$  ) Гц з номінальною напругою  $220 \text{ В} \pm 10 \%$ ;
- потужність , споживана апаратом з мережі , не перевищує 10 ВА;
- річна програма випуску – 500 шт.
- діапазон робочих температур від  $+10 \text{ }^{\circ}\text{C} \dots + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- середній термін служби не менше 5 років;
- атмосферний тиск (760+30) мм рт. ст.,(101,3 +4) кПа.
- відносна вологість повітря до 80% при температурі до  $+25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- по електробезпеці апарат задовільняє потребам ГОСТ 12.2.025, клас 11,тип ВФ.

1.2. Огляд аналогів апарату для електросну та вибір напрямку дослідження

Першим з розглянутих аналогів апарату для електросну є апарат Мікро-Ленар [3]. Зовнішній вигляд апарату "Мікро-Ленар" наведено на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд апарату "Мікро-Ленар"

У апараті реалізованій професором Е.М.Каструбіним ефект електротранквілізації (електронаркоз), при якому мінімальні (порогові) значення імпульсного впливу і оптимальна частота проходження імпульсів дозволяє отримати усунення емоційного напруження, тривоги и занепокоєння при релаксації м'язів.

Лікувальний електронаркоз посилює процеси саморегуляції головного мозку, створює захисний ефект при екстремальних впливах (радіація, променева хвороба).

"Мікро-Ленар" - портативний прилад третього покоління (раніше випускались апарати "Електронаркон", "Ленар" та "Бі-Ленар").

Апарат рекомендований тим, хто тривалий час перебуває в екранованих приміщеннях, замкнутому гермооб'ємі, в кабінах, каютах, поїздах та автомобілях - прилад сприяє екстремному відновленню працездатності операторів и пілотів, профілактиці та лікуванню вегетативних розладів при закачуванні и хворобах руху.

Прилад широко використовується в домашніх умовах.

Також в роботі розглянуто апарат Електросон ЕС-10-5 [4] (рис. 1.2).

Цей апарат використовується в області педіатрії, в гінекології, в хірургії та в інших випадках, коли показано лікування електросном.



Рис. 1.2. Зовнішній вигляд апарату Електросон ЕС-10-5

Апарат Електросон ЕС-10-5 працює від промислової мережі змінного струму. Споживана потужність апарату не перевищує 26 Вт. Апарат генерує послідовності імпульсів з частотами 5, 10, 20, 40, 80, 100 і 160 Гц. А тривалість імпульсів може змінюватись в межах  $0,4 \pm 20\%$  мс.

Відповідно до вищесказаного, апарат формує послідовності прямокутних імпульсів струму стимулювання.

Також в роботі розглянуто апарат "Магнон-СЛП" (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Зовнішній вигляд апарату "Magnon-SLIP"

Апарат "Magnon-SLIP" призначений для проведення процедур електричного сну, мікрополяризації, центральної електроаналгезії, забезпечуючи трансцеребральний ефект на підкіркові та кортикальні утворення центральної нервової системи.

Технічні характеристики:

- кількість каналів: 2 (два роз'єми для підключення електродів - окремий роз'єм для кожного каналу);
- форма імпульсу: прямокутна;
- полярність імпульсу: біполярний імпульсний сигнал та однополюсний імпульсний сигнал з додатковою складовою постійного струму або без;
- тривалість імпульсу: від 0,2 мілісекунд до 2,0 мілісекунд;
- частота повторення імпульсів: від 1 Гц до 2000 Гц;
- частота імпульсного заповнення: від 2 кГц до 20 кГц;
- режим частотної модуляції: частота модуляції від 1,0 Гц до 20,0 Гц;
- амплітуда імпульсного струму: від 0,0 до 12,0 мА (окремо в кожному каналі);

- амплітуда додаткової постійної складової струму: від 0,0 до 1,5 мА (окремо в кожному каналі);
- вимірювання та індикація амплітуди струму в обох каналах;
- напруга та частота джерела живлення: 220 В / 50 Гц;
- потужність, що споживається пристроєм від джерела живлення 220 В: не більше 25 Вт;
- поворотний фіксуєчий механізм у роз'ємах для з'єднання електродів;
- регулювання сили струму за допомогою кнопок;
- дві пряжки для регулювання відстані між електродами в масковому електроді;
- затискачі для регулювання довжини гумок в масковому електроді.

На відміну від інших приладів для електричного сну та трансцеребральної терапії, можливість регулювання полярності електричного імпульсу, його тривалості, частоти повторення та частоти наповнення в приладі Magnon-SLIP дозволяє отримати більш фізіологічний ефект, індивідуально підбираючи для кожного пацієнта такі режими впливу, при якому процедури абсолютно безболісні, не викликають відчуття печіння під електродами, добре переносяться пацієнтами всіх вікових груп, починаючи з дітей віком від 1 року і старше. В результаті нормалізується діяльність нервової системи, поведінкова реакція, психоемоційна діяльність та функціонування внутрішніх, в тому числі ендокринних органів.

Можливість регулювати частоту повторення імпульсу від 1 Гц до 2000 Гц дозволяє як стандартні електро-сонні процедури (частоти від 1 до 200 Гц), так і центральні електроаналгезійні процедури (частоти від 100 до 2000 Гц). Можливість встановлення додаткового постійного струмового компонента дозволяє проводити процедури мікрополяризації та гальванізації мозку.

У режимі «мікрополяризації» апарат «Magnon-SLIP» є найбільш ефективним у галузі дитячої неврології при лікуванні органічних уражень центральної нервової системи, включаючи церебральний параліч, із

затримкою нервово-психічного розвитку та проблемами навчання, розладами мови у дітей, психоемоційні, невротичні, психосоматичні розлади (депресивні стани, головний біль напруги, гіперактивність, психогенний енурез та / або енкопрез, агресивність, страхи, тики), з порушеннями зорових та слухових функцій, при лікуванні наслідків черепно-мозкової травми та нейроінфекційні захворювання мозку.

У режимі "центральної електроаналгезії" використання пристрою "Magnon-SLIP" може значно зменшити дозування небезпечних для організму препаратів, таких як транквілізатори, нейролептики, психостимулятори, анестезуючі препарати тощо. можлива повна відмова від вищезазначених препаратів. Пристрій "Magnon-SLIP" містить функції пристроїв серії "LENAR", які в даний час не виробляються.

Завдяки можливості регулювати частоту повторення імпульсів окремо в кожному з двох каналів, можна проводити інтерференційну терапію, при якій більша ефективність процедур досягається шляхом впливу на глибокі структури мозку.

Провівши аналіз технічних характеристик та можливостей різних апаратів для електросну та електронаркозу встановлено, що працюють вони подібним чином, приблизно однакові форма та струм сигналів стимулів використовуються. Тому розроблення модернізованого апарату для електросну має опиратись на відмінні схемо-технічні рішення, зокрема для виконання генератора прямокутних імпульсів з можливістю регулювання частоти імпульсів та щільності.

### 1.3. Висновки до розділу 1

В розділі проаналізовано особливості проведення стимуляції головного мозку в процесі проведення процедур електросну. Розглянуто фізіологічний ефект від цієї процедури та застосування її при окремих захворюваннях чи



порушеннях роботи організму людини.

Провівши аналіз технічних характеристик та можливостей різних апаратів для електросну та електронаркозу встановлено, що працюють вони подібним чином, приблизно однакові форма та струм сигналів стимулів використовуються. Тому розроблення модернізованого апарату для електросну має опиратись на відмінні схемо-технічні рішення, зокрема для виконання генератора прямокутних імпульсів з можливістю регулювання частоти імпульсів та щільності.

## РОЗДІЛ 2

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

#### 2.1. Конструкторська частина

2.1.1. Математичне моделювання сигналів стимулів при проведенні процедури електросну. Апарат функціонально представляє собою генератор електричних імпульсів прямокутної форми постійної і змінної шпаруватості, які передаються від апарату по кабелю електродів, накладених на голову пацієнта.

Послідовність прямокутних імпульсів можна змоделювати з допомогою функції Гевісайда. Вона зображена на рис. 2.1 та описується виразом:

$$H(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0; \\ 0, & t < 0. \end{cases} \quad (2.1)$$

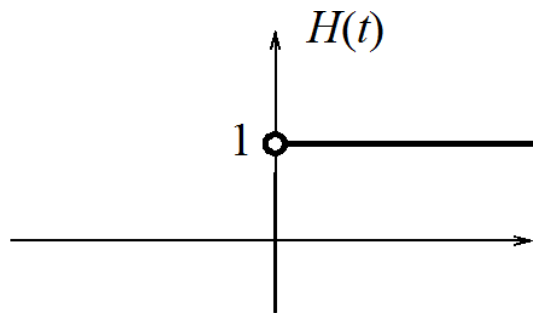


Рис. 2.1. Графічний вигляд функції Гевісайда

Якщо обмежити функцію Гевісайда з двох сторін одержимо прямокутний імпульс. Аналітично прямокутний імпульс можна описати виразом:

$$H_n(t) = x(t) = \begin{cases} 0 & 0 < t < t_1 \\ 1 & t_1 \leq t \leq t_2 \end{cases} \quad (2.2)$$

Послідовність прямокутних імпульсів з періодом  $T$  аналітично можна подати виразом:

$$x(t+nT) = \begin{cases} 0 & 0+nT < t < t_1+nT \\ 1 & t_1+nT \leq t \leq t_2+nT \end{cases}, \quad n = 0,1,2,\dots,\infty \quad (2.3)$$

Амплітуду прямокутних імпульсів необхідно підсилити в  $g$  разів, тоді вираз (1.3) запишеться у вигляді:

$$g \cdot x(t+nT) = \begin{cases} 0 & 0+nT < t < t_1+nT \\ g \cdot 1 & t_1+nT \leq t \leq t_2+nT \end{cases}, \quad n = 0,1,2,\dots,\infty \quad (2.4)$$

Також, апарат повинен забезпечити обмеження струму в колі пацієнта. Нехай  $y(t) = g \cdot x(t+nT)$  – вихідний сигнал,  $Zx$  – повний опір шкіри голови, при чому  $Zx = const$  для окремого пацієнта. Тоді струм в колі пацієнта можна описати виразом:

$$I = y(t)/Zx$$

Обмеження по струму виконаємо шляхом введення індикаторної функції  $G$ , яка буде рівна 1 при струмові в колі пацієнта меншому за максимальне значення, та 0 при струмові ,більше максимального значення.

$$G = \begin{cases} 1 & I \leq I_{\max} \\ 0 & I > I_{\max} \end{cases}$$

Тоді функція апарату може бути записана у вигляді виразу

$$U = G \cdot y(t) \quad (2.5)$$

2.1.2. Конструкторський аналіз схемо-технічних рішень базового апарату. Типова структурна схема [2] базового апарату наведена на рис. 2.2.

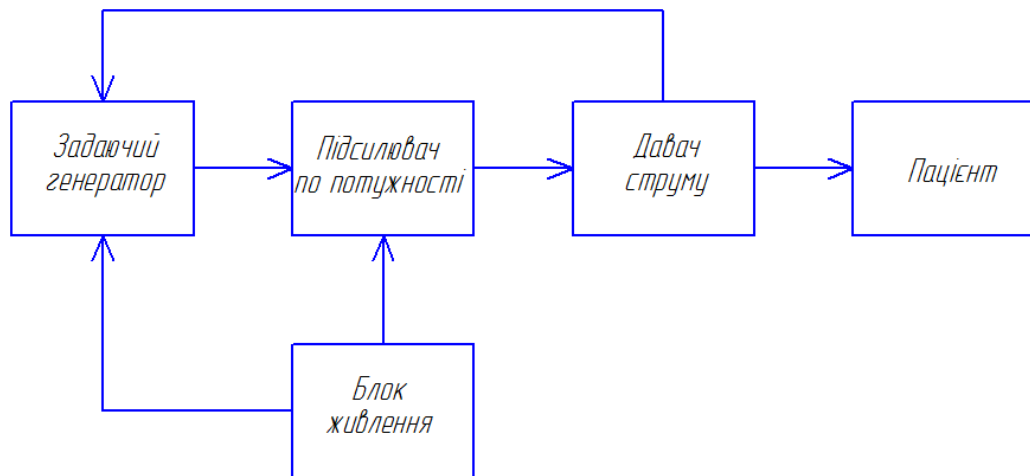


Рис. 2.2. Структурна схема апарату «Електросон-4Т»

Відповідно до структурної схеми, апарат містить задаючий генератор, який виробляє прямокутні імпульси з заданими характеристиками. Підсилювач підсилює їх по потужності та подає на електроди, які накладаються та голову пацієнта. Коло зворотного зв'язку з давача струму введене для можливості контролю величини струму, що протікає в колі пацієнта.

Схема функціональна базового апарату зображена на рис. 2.3.

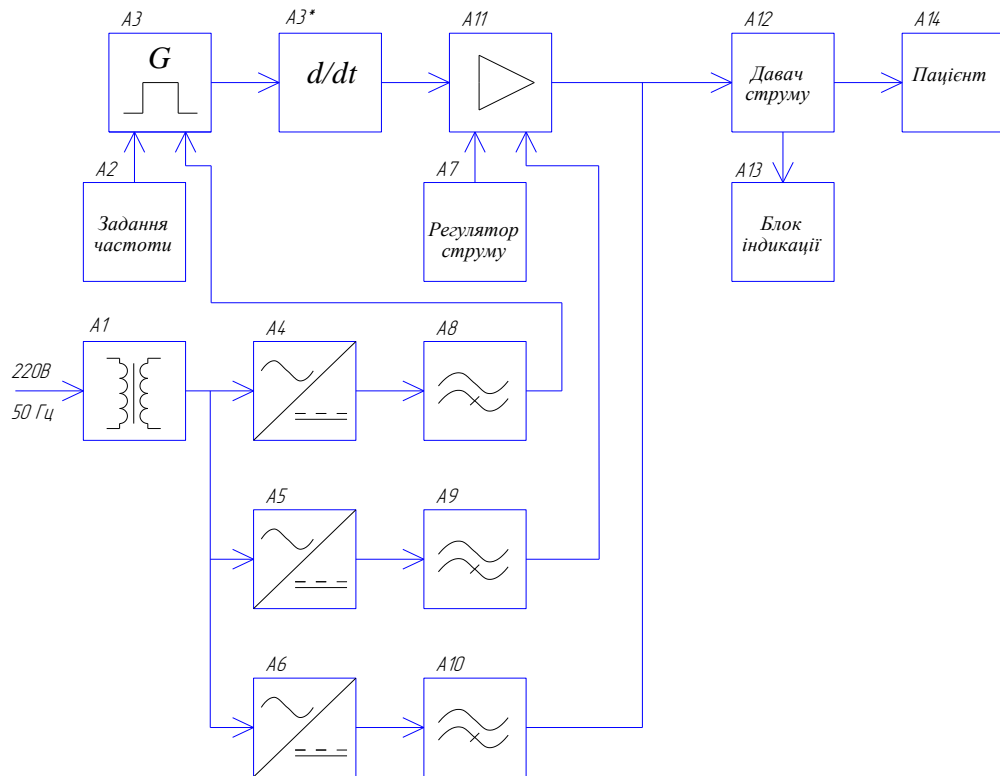


Рис. 2.3. Функціональна схема базового апарату для електросну

Відповідно до функціональної схеми блок А1 – це мережевий трансформатор, А3 – це генератор прямокутних імпульсів, частоту якого задає блок А2, блоки А4, А5, А6 – випрямлячі, блоки А8, А9, А10 – фільтри низької частоти, блок А3\* – диференціатор, А11 – підсилювач по потужності, блок А12 – давач струму, блок А13 – блок індикації, А14 – коло пацієнта.

На блоках А1, А4-А6, А8-А10 виконано блок живлення апарату.

На блоках А2, А3, А3\*, А11 виконано генератор прямокутних імпульсів, при чому блок А3 формує власне прямокутні імпульси необхідної частоти, яка задається блоком А2, а блок А3\* виконує диференціювання цих імпульсів, після чого на виході підсилювача А11 формується сигнал у вигляді прямокутних імпульсів із тривалістю імпульса близько 0,5 мс.

В роботі пропонується провести модернізацію власне генератора прямокутних імпульсів. Оскільки в базовій схемі генератор був виконаний на схемі транзисторного мультивібратора, він потребував окремого кола живлення, підсилювач А11 також потребував окремого кола живлення. В

схемі функціональній модернізованого апарату і генератор і підсилювач живляться від одного кола. Схема функціональна модернізованого апарату наведена на рис. 2.4.

В роботі пропонується використати схемо-технічні рішення виконання генератора прямокутних імпульсів із можливістю регулювання частоти та тривалості імпульсів.

В наведеній схемі функціональній модернізованого апарату значно менше функціональних блоків, тобто структура апарату спростилася.

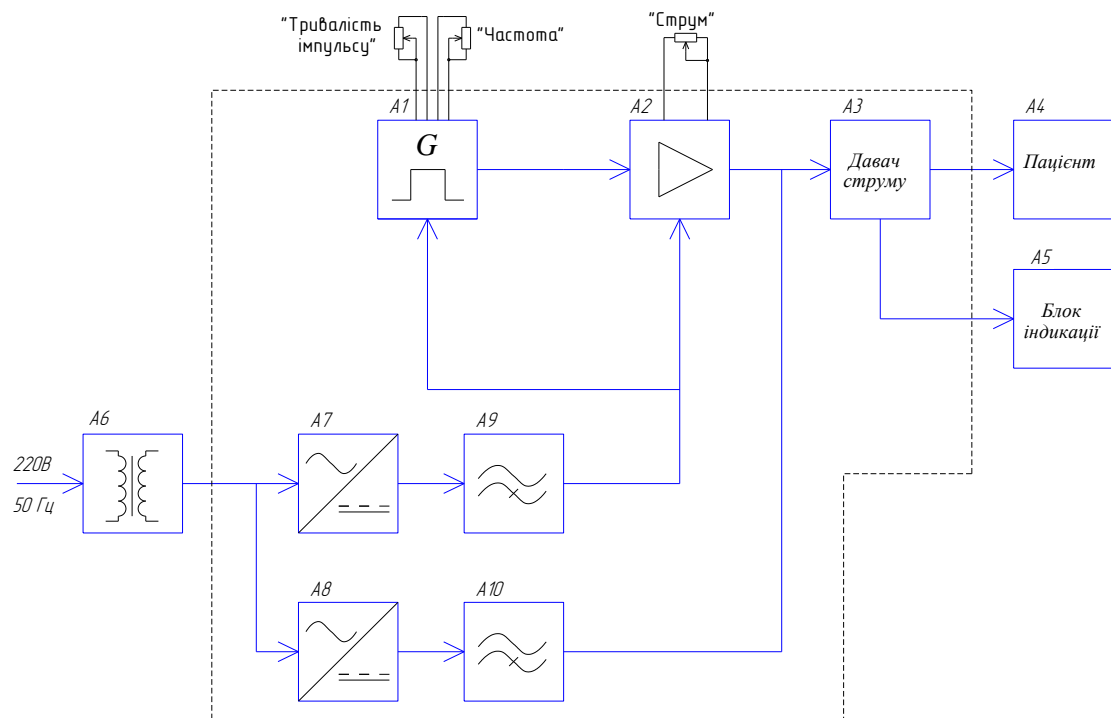


Рис. 2.4. Функціональна схема модернізованого апарату для електростру

Базова схема електрична принципова наведена на рис. 2.5. Вона працює наступним чином.

Генератор імпульсів являє собою мультивібратор, зібраний на транзисторах VT1 і VT2. За допомогою перемикача S1 перемикаються часозадаючі конденсатори C1, C2, C10, C11, чим досягається зміна діапазону регулювання частоти проходження імпульсів. На 1 діапазоні (положення "30"

ручки "Частота") включені конденсатори С2, С11 і частота проходження регулюється в межах 5-30 Гц.

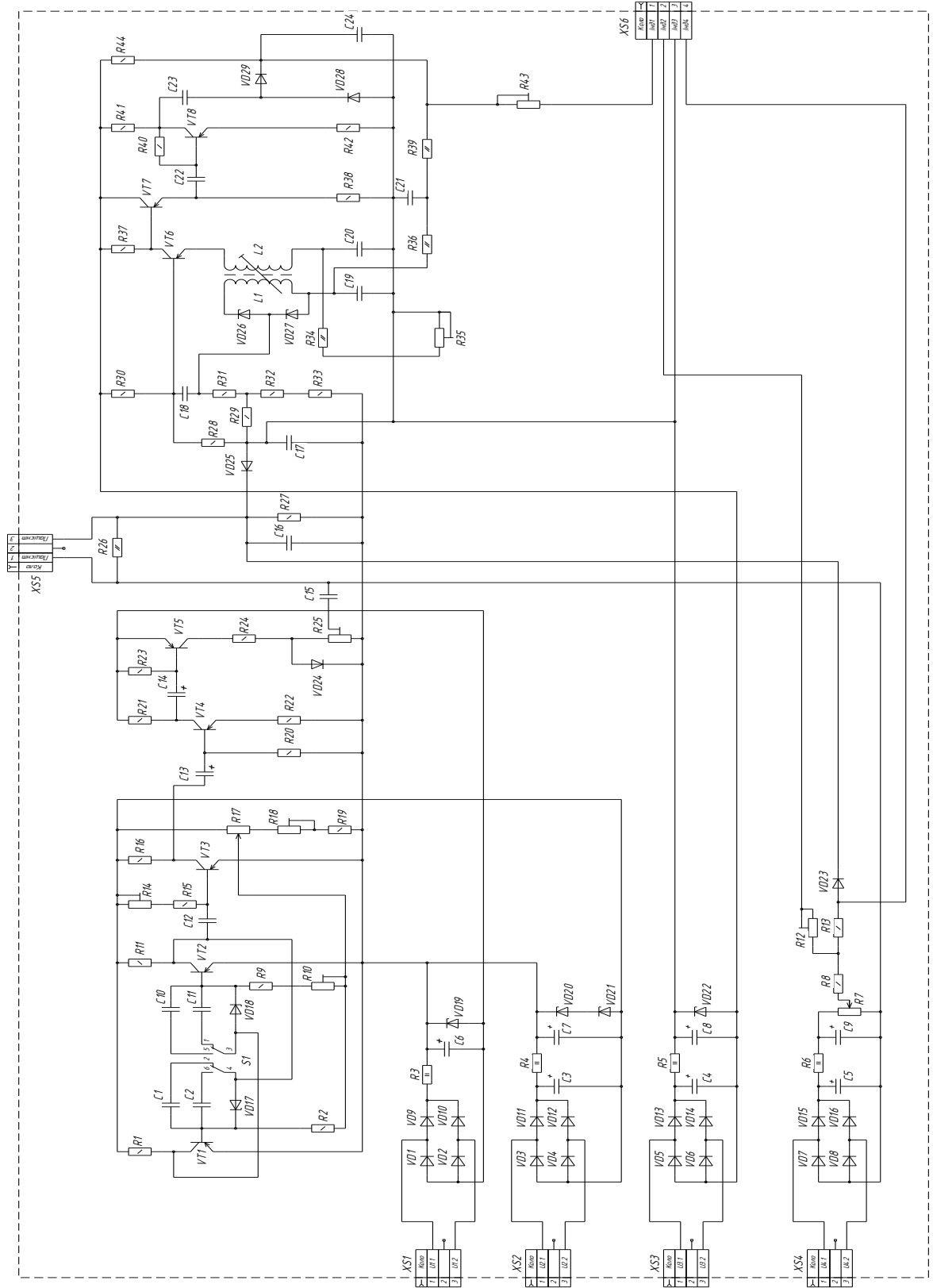


Рис. 2.5. Базова схема електрична принципова апарату для електросну

Плавне регулювання частоти проходження в межах кожного діапазону забезпечується змінним резистором R18, що змінює потенціал на базі транзисторів.

З виходу мультівібратора прямокутні імпульси після диференціювання (ланка C12, R14, R15) надходять на вхід обмежувача-формувача, зібраного на транзисторі T3. За допомогою цього каскаду з негативних піків, що знімаються з виходу ланки диференціювання, створюються практично прямокутні імпульси тривалістю 0,5 мс.

Прямокутні імпульси підсилюються каскадом на транзисторі VT4 і вихідним підсилювачем на транзисторі VT5. З колекторного навантаження вихідного підсилювача – змінного резистора R25 імпульсна напруга через розділовий конденсатор C15 подається на роз'єм XS5.

Стабілітрон VD24 забезпечує обмеження максимальної амплітуди імпульсів до 50В.

У коло вихідного струму включений резистор R27. Падіння напруги на цьому резисторі, пропорційне амплітуді імпульсів струму, подається в блок вимірювача. Вимірювач представляє собою піковий детектор, напруга якого модулює по амплітуді коливання автогенератора. Після підсилення високочастотні коливання детектуються, і постійна складова, пропорційна амплітуді імпульсів в колі пацієнта, вимірюється міліамперметром.

Піковий детектор зібраний на діоді VD25 і конденсаторі C17. З навантаження детектора – дільника на резисторах R29, R32, R33 постійна напруга надходить на послідовно включені стабілітрони VD26, VD27.

Стабілітрони використовуються як варикапов в колі зворотного зв'язку автогенератора, зібраного на транзисторі VT6. Амплітуда коливань з частотою 100 кГц, створюваних автогенераторів, визначається напругою зворотного зв'язку, який створюється високочастотним трансформатором (L1-L2) і через



емнісний дільник, утворений стабілітронами VD26, VD27, подається в коло бази транзистора VT6.

При вимірюванні напруги на виході пікового детектора змінюються ємність стабілітрона VD26 і відповідно напруга зворотного зв'язку генератора. Завдяки цьому встановлюється близька до лінійної залежність між амплітудою імпульсів в колі пацієнта і напругою високочастотних коливань автогенератора. Високочастотна напруга підсилюється каскадами, зібраними на транзисторах VT7, VT8 і детектується (діоди VD28, VD29, конденсатор C24). Навантаженням детектора є вимірювальний прилад, під'єднаний до роз'ємуXS6. За допомогою змінного резистора R34 проводиться калібрування приладу в значеннях амплітуди імпульсів в rjks пацієнта (кінцеве значення шкали 10 мА). Установка нуля приладу проводиться змінним резистором R22, включеним в емітерне коло транзистора високочастотного генератора.

Крім генератора імпульсної напруги, апарат має регульоване джерело постійного струму для створення в вихідному колі додаткової постійної складової, що підсилює в ряді випадків ефективність імпульсного струму. Постійна напруга створюється за допомогою мостового випрямляча на діодах VD7,VD8,VD15,VD16 і фільтра на конденсаторах C5, C9. Випрямляч навантажений на змінний резистор R7 (ручка "Рівень ДПС"), з движка якого напруга через резистори R8, R13 і діод VD23 подається на вихідне гніздо. Падіння напруги на резисторі R13 при кнопці КН ("Контроль ДПС") створює струм в колі міліамперметра ВП. Напруга живлення на транзистори мультівібратора і формувача подається з випрямляча на діодах VD3,VD4,VD11,VD12 з фільтровими конденсаторами C3, C7, і стабілітронами VD20, VD21.

Транзистори підсилювачів живляться від мостового випрямляча на діодах VD1,VD2,VD9,VD10, фільтровому конденсаторі C6, стабілітроні VD19, а транзистори вимірювача - від окремого випрямляча на діодах DVD5,VD6,VD13,VD14 з конденсаторами фільтра C4, C8 і стабілітроном

VD22.

В роботі пропонується задаючий генератор, що в прототипі (рис. 2.6) виконаний на транзисторах VT1, VT2, замінити на інтегральний генератор, виконаний на мікросхемі NE555 [5]. При цьому зменшується число елементів схеми електричної принципової, маса та габарити друкованого вузла і собівартість апарату в цілому.

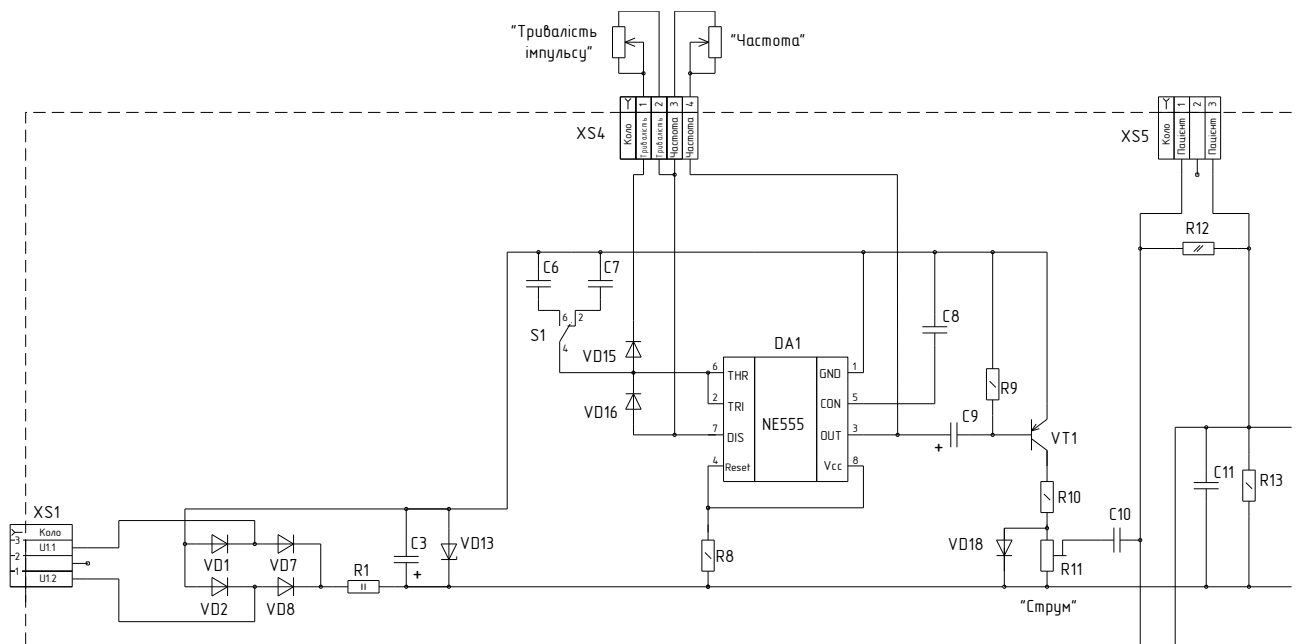


Рис. 2.6. Прийняті схемотехнічні рішення щодо модернізації

На елементах C6 або C7 і резисторів регулювання частоти («Частота») виконано частото задаючу ланку мікросхеми DA1. Послідовно і зустрічно включені два діоди VD15 та VD16. Через один із них відбувається заряд конденсаторів C6, C7 (VD16), через інший – розряд (VD15). Резистором «Частота» задається час заряду конденсаторів, і відповідно частота слідування імпульсів на виході генератора, а резистором «Тривалість імпульсу» визначається час розряду конденсаторів і відповідно шпаруватість імпульсів. Комутатор S1 перемикає конденсатори C6 та C7, що мають різні ємності, тим самим змінюючи частотний діапазон прямокутних імпульсів на виході генератора. Також завдяки цьому вдалося усунути одне коло живлення – коло

живлення мультивібратора. Решта ділянок схеми залишились такими ж як і в базовому варіанті.

2.1.3. Параметричний синтез апарату для електросну. На цьому етапі проводиться розрахунок номіналів елементів схеми електричної принципової. Проведемо розрахунки деяких кіл схеми електричної принципової.

Розрахуємо номінали елементів модернізованої частини схеми електричної принципової, а саме – генератора прямокутних імпульсів, що зображений на рис. 2.7.

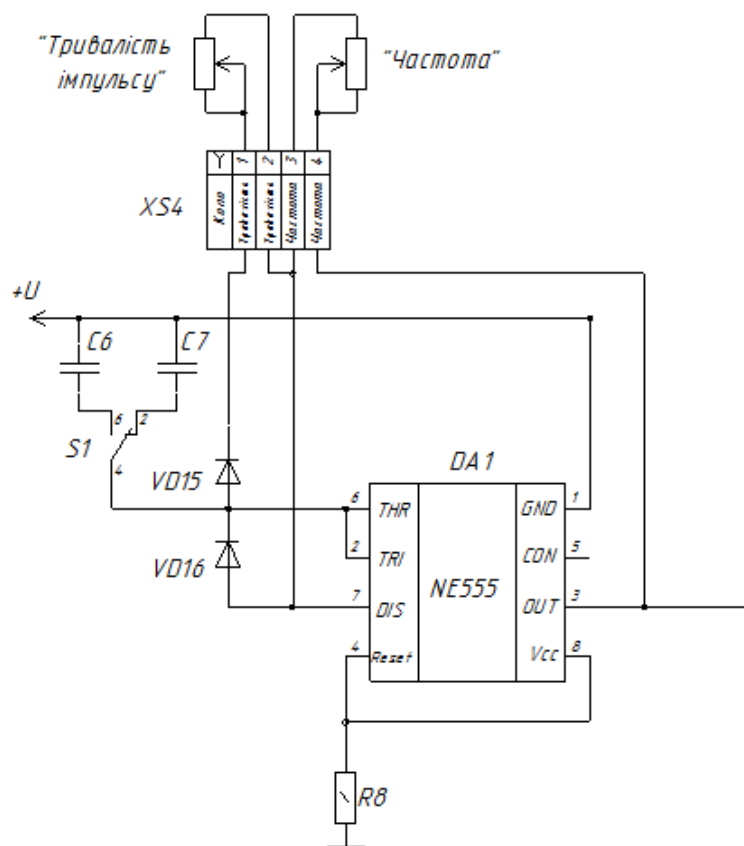


Рис. 2.7. Схема включення мікросхеми NE555 в режимі генерації прямокутних імпульсів

Частота слідування імпульсів визначається номіналами змінноопірних резисторів та конденсатором C6 (C7). Період коливань можна визначити за формулою:

$$T = 0,693 \cdot R \cdot C6 \quad (2.6)$$

Частота відповідно рівна:

$$f = \frac{1,44}{R \cdot C6} \quad (2.7)$$

В нашому випадку генератор має вигляд, поданий на рис. 2.7.

Тут змінними резисторами, що знаходяться за межами друкованого вузла здійснюється регулювання частоти слідування імпульсів та шпаруватості в необхідних межах (5-30 Гц).

Прийmemo C6 рівним 0,1 мкФ. Тоді маємо:

Тоді

$$R = \frac{1,44}{f \cdot C6} = \frac{1,44}{30 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}} \approx 480 \cdot 10^3 \text{ Ом.} \quad (2.8)$$

Знайдемо номінал конденсатора C7 для верхньої частоти діапазону (25-150) Гц. Опір резистора змінноопірного залишиться тим же самим. Тоді:

$$C7 = \frac{1,44}{f \cdot R} = \frac{1,44}{150 \cdot 480 \cdot 10^3} \approx 0,022 \text{ мкФ.} \quad (2.9)$$

Ємність конденсатора C1 знаходиться за формулою:

$$C_1 = \frac{P_{ном}}{200 \cdot U_{жс}^2 \cdot K_n} \quad (2.10)$$

де  $P_{ном}$  - номінальна потужність споживання мікросхеми (0,01 Вт);

$U_{жс}$  - напруга живлення (10 В) ;

$K_n$  - коефіцієнт пульсацій напруги (прийmemo  $K_n = 6\%$  )

$$C_1 = \frac{0.01}{200 \cdot 10^2 \cdot 0,06} \approx 14 \text{ мкФ} \quad (2.11)$$

Приймаємо  $C_1 = 22 \text{ мкФ}$ .

Проведемо вибір елементної бази.

При конструюванні апарату необхідно звернути увагу на вимоги до габаритних розмірів, маси, потужності апарату, для того, аби вибрана елементна база відповідала вимогам мініатюризації апарату при достатній потужності.

Для плати апарату використовуються наступні елементи.

Конденсатори К50-35 [6] – оксидно-електролітичні алюмінієві, призначені для роботи в колах постійного, пульсуючого струмів і в імпульсному режимі. Ущільнені, ізольовані і неізольовані.

Основні технічні характеристики конденсаторів типу К50-35 (ЕСАР):

- діапазон робочих напруг, В: 6,3...450;

- діапазон номінальних ємностей: 0,10–22000 мкФ (проміжні значення номінальних ємностей для допуску  $\pm 20\%$  відповідають ряду Е24)

Конденсатори К73–17 [7] – керамічні постійної ємності.

Основні технічні характеристики конденсаторів типу К73-17:

- діапазон номінальних ємностей:  $10\text{--}4,7 \cdot 10^6$  пФ (проміжні значення номінальних ємностей для допуску  $\pm 10\%$  відповідають ряду Е24)

- група за температурним коефіцієнтом ємності: Н50
- граничні експлуатаційні дані:
- діапазон робочих температур: від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ ;
- мінімальне напруження на відмову: 40000 год.;

Резистори вибрано типу С2-33 [8] – постійні з металодіелектричним провідним шаром, загального призначення, неізольовані.

Основні технічні характеристики резисторів типу С2-33:

Резистори СПЗ–19а [9] – керметні композиційні одинарні однооборотні. Призначені для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струмів.

Вибрані типи резисторів і конденсаторів володіють хорошими температурними і іншими параметрами, тому їх застосування є обґрунтованим.

Діод 1N4148 [10] – кремнієвий швидкодіючий. Корпус пластиковий – DO-41.

Стабілітрон VZX79-C10 [11] – кремнієвий. Корпус пластиковий – DO-35.

Основні технічні характеристики стабілітрона VZX79-C10:

- напруга стабілізації, В ... 10;
- пряма напруга, мВ ... 900;
- повний імпеданс, Ом ... 20;
- розсіювана потужність, Вт ... 0,5;
- діапазон робочих температур: від  $-65^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$ .

Стабілітрон 1N4038 [12] – кремнієвий.

Основні технічні характеристики стабілітрона 1N4038:

- напруга стабілізації, В ... 61-75;
- пряма напруга, В ... 1,5;
- струм стабілізації, мА ... 50;
- діапазон робочих температур: від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ .

Транзистори вибрано наступних типів: 2N237, 2N735, 2N1300.

Транзистори 2N735 – кремнієві епітаксійно-планарні, біполярні транзистори п-р-п структури.

Транзистори 2N237 – кремнієві епітаксійно-планарні, біполярні транзистори п-р-п структури.

Транзистори 2N1300 [13] – біполярні транзистори р-п-р структури.

Для генерації прямокутних імпульсів використано мікросхему NE555, яка може виконувати функції генератора прямокутних імпульсів із можливістю або фіксованого задання частоти та тривалості імпульсів або можливості їх регулювання в процесі роботи. Її аналогом є мікросхема КР1006ВИ1. Основними технічними характеристиками цієї мікросхеми є наступні:

- номінальна напруга живлення від 5 до 15 В;
- струм споживання, не більше 15 мА;
- максимальний струм навантаження до 100 мА;
- мінімальна тривалість імпульсу, що генерується таймером, становить 20 мкс, максимальна визначається параметрами зовнішніх часозадаючих елементів ( $t_i = 1,1 RC$ ).

Типові схеми включення мікросхеми наведені на рис. 2.8.

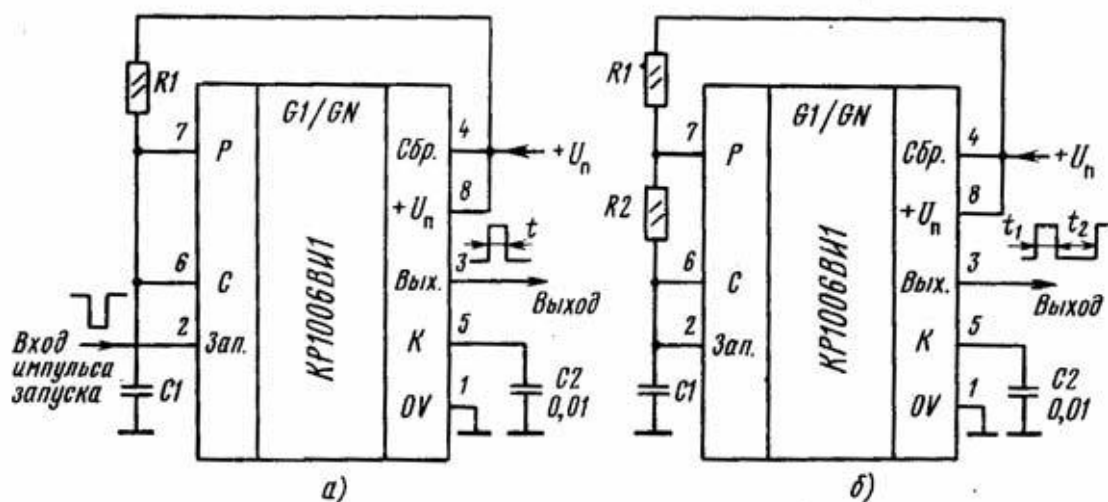


Рис. 2.8. Схеми включення мікросхеми КР1006ВИ1:

а) – в режимі очікування; б) – у режимі автогенерації

Остаточний вибір активних і пасивних елементів носить ітераційний характер, але завжди в першу чергу вибирають пасивні елементи. При виборі елементної бази для даного приладу було використано довідники, які дають цілісне представлення про весь арсенал компонентів, також було використано описи серійних виробів і рекламні матеріали.

Вибір даної елементної бази пояснюється дешевизною РЕК з їхньою високою надійністю, малою масою і габаритними розмірами. Також дані РЕК працюють в колах, як високої так і низької частоти. Крім того, вони стандартизовані і уніфіковані, що спрощує ремонт і заміну.

2.1.4. Розробка конструкції апарату для електросну. Розробка компоновки пристрою зводиться до того, щоб правильно розмістити та з'єднати між собою всі деталі та функціональні вузли блоку. При цьому необхідно враховувати такі фактори як ергономічність конструкції, електромагнітну сумісність окремих вузлів схеми, забезпечення відводу теплого повітря із конструкції блоку.

Від якості компоновки у великій мірі залежать технічні, технологічні і експлуатаційні характеристики виробу, а також його надійність, механічна міцність і ремонтоздатність. У процесі розробки конструкції необхідно дотримуватись таких умов:

- зв'язки між окремими вузлами пристрою повинні бути виконані технологічно та надійно, щоб легко проводився їхній ремонт чи заміна;
- розміщення елементів конструкції повинно забезпечувати технологічність складання і монтажу;
- деталі та органи управління чи спостереження повинні бути зручними для користувача;
- враховувати конструктивні особливості електромагнітної, теплової сумісності вузлів, блоків чи радіоелементів.



В роботі використовується тип 1А монтажу елементів (рис. 2.9). Компоненти з виводами в отвори (РТН-компоненти) встановлені на одній стороні монтажної основи (рис. 2.9) [14].

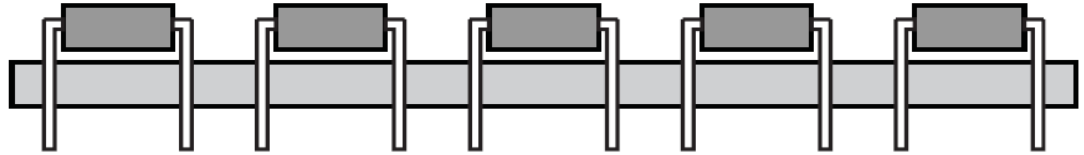


Рис. 2.9. Компоновка типу 1А

Використана елементна база наведена в додатках – в переліку елементів та специфікації.

Метою розрахунку друкованої плати є розрахунок елементів провідного рисунка, зокрема діаметри отворів (перехідних та монтажних) залежно від класу точності друкованої плати та типу компоновки, ширини провідників, відстані міжними, розміри контактних прощадок тощо.

Номінальні розміри основних параметрів рисунка плати на кресленні в залежності від класу точності приведені в табл.1.1. Значення основних параметрів рисунка на готовій платі повинні бути в межах допуску на номінальний розмір.

Значення основного параметру рисунка плати, мм

Найменування основного параметра рисунка плати		Значення основного параметра рисунка у вузькому місці для плати класу точності			
		2	3	4	5
Ширина друкованого провідника	Номінальне значення на кресленні не менше	0,55	0,35	0,23	0,15
	Граничне відхилення	+0,10 -0,15	+0,05 -0,15	+0,05 -0,10	±0,04
	Мінімально допустиме значення (для варіанту постановки розмірів непровідного рисунка)	0,4	0,2	0,13	0,11
Віддаль між елементами провідного рисунка	Мінімально допустиме значення на кресленні	0,4	0,2	0,13	0,10
	Мінімально значення (для розрахунку трасування)	0,5	0,325 0,275	0,235 0,27	0,21 0,16
Ширина елемента непровідного рисунка ( для варіанту)	Номінальне значення на кресленні, не менше	0,5	0,275	0,235	0,16
постановки розмірів непровідного рисунка	Граничне відхилення	+0,15 -0,10	+0,125 -0,075	+0,10 -0,05	±0,06
Гарантійний поясок контактної площадки для не металізованого отвору	Номінальне значення для розрахунку діаметра контактної площадки	0,5	0,45	0,4	0,35
Гарантійний поясок контактної площадки для металізованого отвору	Номінальне значення для розрахунку діаметра контактної площадки	0,45	0,35	0,25	0,25
Діаметр контактної площадки	Номінальне значення на кресленні, не менше	0,10			
	Граничне відхилення	+0,10 -0,15	+0,05 -0,15	+0,05 -0,10	±0,04

Важливим при проектуванні провідного рисунка друкованих плат є клас точності, який визначає щільність розміщення елементів рисунка на поверхні друкованої плати. Так, при 3 класі точності густина є більшою та можливим є встановлення доріжок між контактними площадками мікросхем. Для 4-го класу точності можливим є встановлення двох доріжок між контактними

площадками мікросхем, для 5-го класу – трьох. Так як плата не є складною і немає потреби у високій щільності рисунка, вибрано другий клас точності.

Для другого класу точності вибираємо крок координатної сітки 1,25 мм.

*Таблиця 2.2*

Значення кроку координатної сітки для різних класів точності

Клас точності	2	3	4	5
Крок координатної сітки	0,5; 1,25	2,5; 1,25; 0,625	2,5; 0,5	2,5; 0,3125

Також для підвищення жорсткості фіксації елементів на друкованій платі виконано металізацію отворів, що також є необхідним для виробів медичного призначення.

Вибір значень монтажних отворів проводимо відповідно до діаметрів виводів елементів. Ці значення мають бути на 0,2-0,6 мм більшими за діаметри виводів елементів.

*Таблиця 2.3*

Значення даметрів металізованих отворів залежно від товщини друкованої плати

Товщина плати		0,5; 0,8; 1,0	1,5; 2,0	2,5	3,0
Номінальний діаметр металізованого отвору для класу точності плати, не менше	2	0,8	0,8	0,8	0,8
	3	0,6	0,6	0,6	0,6
	4,5	0,4	0,4	0,4	0,6

Таблиця 2.4

## Діаметри монтажних отворів

Максимальний діаметр виводу ВЕТ	Форма січення виводу ВЕТ	Діаметр неметалізованого отвору		Діаметр металізованого отвору	
		Клас точності плати			
		2	3-5	2	3-5
До 0,4 вкл.	Кругла	0,7±0,1	0,7±0,05	0,6 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,1</sup>	0,6 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,08</sup>
0,5	Прямокутна				
Від 0,4 до 0,6	Кругла	(0,8±0,1)	0,8±0,05	0,8 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,1</sup>	0,8 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,08</sup>
0,5-0,7	Прямокутна	0,9±0,1	(0,9±0,05)		
0,6-0,8	Кругла	(1,0±0,1)	(1,0±0,05)	1,0 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,1</sup>	1,0 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,08</sup>
0,7-0,9	Прямокутна	1,1±0,1	1,1±0,05		
0,8-1,0	Кругла	(1,2±0,15)	(1,2±0,1)	1,2 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>	1,2 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>
0,9-1,1	Прямокутна	1,3±0,15	1,3±0,1		
1,0-1,3	Кругла	(1,5±0,15)	(1,5±0,1)	1,5 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>	1,5 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>
1,1-1,4	Прямокутна	1,6±0,15	1,6±0,1		
1,3-1,5	Кругла	1,8±0,15	1,8±0,1	1,8 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>	1,8 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,12</sup>
1,4-1,6	Прямокутна				
1,5-1,7	Кругла	2,0±0,15	2,0±0,1		

Діаметри контактних площадок можна визначити за наступною формулою в залежності від діаметра вибраного монтажного отвору  $d$  та значення гарантійного пояса  $g_n$ :

$$D=d+2g_n \quad (2.12)$$

Для другого класу значення гарантійного пояса – 0,45. Максимальний діаметр виводу для мікросхеми та одно ватного резистора становить 0,69 мм. Відповідно до таблиці 1.3 приймаємо діаметр металізованого отвору  $d=0,8$ .

Знаходимо діаметр контактної площадки за виразом [19]:

$$D=d+2g_n=0,8+2\cdot0,45=1,7 \text{ мм.}$$

Таблиця 2.5

Значення діаметра контактної площадки для неметалізованого отвору в залежності від його діаметра

		0,7	(0,8)	0,9	(1,0)	1,1	(1,2)	1,3	(1,5)	1,6	1,8	2,0
Номінальний діаметр контактної площадки для плати класу точності, не менше	2	1,7	(1,9)	(1,9)	(2,2)	2,2	(2,2)	(2,5)	(2,5)	(2,7)	(2,9)	(2,9)
	3	1,7	(1,7)	(1,9)	(2,2)	2,2	(2,2)	2,2	2,5	2,5	2,7	2,9

Таблиця 1.6

Значення діаметра контактної площадки для металізованого отвору в залежності від його діаметра

Діаметр металізованого отвору		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8
Номінальний діаметр контактної площадки для плат класу точності, не менше	2	-	1,1	1,5	1,7	1,7	1,9	2,2	2,5	2,7
	3	-	1,1	1,25	1,5	1,5	1,7	1,9	2,2	2,5
	4	0,8	0,8	1,1	1,25	1,25	1,5	1,7	2,2	2,5
	5	0,8	0,8	1,1	1,25	1,25	1,5	1,7	2,2	2,5

Допустимі відхилення значень діаметрів контактних площадок для другого класу точності повинні становити не менше плюс мінус 0,35 мм. Тому для друкованої плати апарату для електросну приймемо діаметр контактної площадки –  $1,7 \pm 0,35$  мм.

Також для другого класу точності вибираємо значення відстані між паралельними провідниками 0,8 мм.

Враховуючи максимальні та мінімальні відхилення ширини провідних елементів топологічного рисунка друкованої плати для другого класу точності приймемо із запасом ширину провідника – 0,75 мм.

Знаючи всі конструктивні параметри елементів друкованого вузла та вимоги до розмірів елементів провідного рисунка друкованої плати проведено проектування топології друкованої плати та власне друкованого вузла блока живлення з допомогою САПР P-CAD 2006.

### 2.1.5 Розрахунок надійності друкованого вузла апарату

Одним із факторів, що впливає на надійність апаратури в цілому є надійність елементів. Вірогідність відмов елементів залежить від їх конструкції, якості виготовлення, умов експлуатації. Інтенсивність відмови елемента при температурі  $t$ :  $\lambda = a_t \times \lambda_0$ . Приведемо надійність елементів у вигляді таблиці:

Таблиця 2.7

Надійність елементів

Назва	К-ть	$\lambda_0$ , 1/год
Конденсатор електролітичний	6	$0,003 \cdot 10^{-6}$
Конденсатор керамічний	12	$0,05 \cdot 10^{-6}$
Резистор постійний	25	$0,5 \cdot 10^{-6}$
Резистор змінний	5	$2 \cdot 10^{-6}$
Мікросхема	1	$5 \cdot 10^{-6}$
Транзистор	4	$0,4 \cdot 10^{-6}$
Діоди	23	$0,35 \cdot 10^{-6}$
Друкована плата	1	$0,1 \cdot 10^{-6}$
Пайка	192	$0,02 \cdot 10^{-6}$

Розрахуємо інтенсивність відмов системи:

$$\lambda_c = 6 \cdot 0,003 \cdot 10^{-6} + 12 \cdot 0,05 \cdot 10^{-6} + 5 \cdot 2 \cdot 10^{-6} + 25 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 5 \cdot 10^{-6} + 4 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} + 23 \cdot 0,35 \cdot 10^{-6} + 1 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} + 192 \cdot 0,02 \cdot 10^{-6} = 21,49 \cdot 10^{-6}$$

Тоді ймовірність безвідмовної роботи системи:

$$P_c(t) = \exp(-21,49 \cdot 10^{-6} \cdot 1000) \approx 0,96$$

Середня наробка на відмову:

$$T_c = \frac{1}{21.49 \cdot 10^{-6}} = 46533 \text{ год.}$$

Надійність апаратури залежить від правильного спостереження і дотримання заданих умов експлуатації; від своєчасного і якісного проведення профілактичного огляду і ремонту. Високу надійність може мати та апаратура, при виробництві якої застосовується автоматизація і механізація виробничих процесів. В зв'язку з цим найбільшу надійність має РЕА, в якій застосовуються мікросхеми і мікрозборки.

## 2.2. Технологічна частина

2.2.1. Визначення рівня технологічності виробу. Для визначення рівня технологічності конструкції апарату для електросну знайдемо відношення показника технологічності, який можна забезпечити в залежності від вибраної конструкції друкованого вузла до базового [20]:

$$K_T = \frac{K}{K_0} = \frac{K}{K_n} \quad (2.13)$$

Таблиця 2.8

## Вихідні технологічні дані

№· п/п	Назва параметра	Значення
1	Кількість ІСМ в конструкції	1
2	Кількість РЕК у конструкції апарату	84
3	Кількість операцій монтажу, які можна здійснити механізованим чи автоматизованим способом	5
4	Кількість операцій певного типу	4
5	Кількість РЕК, підготовка яких може бути здійснена механізованим чи автоматизованим способом	71
6	Кількість типорозмірів корпусів	9

1. Коефіцієнт використання інтегральних мікросхем:

$$K_{\text{вихІМС}} = \frac{H_{\text{ІМС}}}{H_{\text{ІМС}} + H_{\text{РЕК}}} \quad (2.14)$$

$$K_{\text{вихІМС}} = 0,02$$

2. Коефіцієнт авт. монтажу :

$$K_{\text{ММОН}} = H_{\text{ММОН}} / H_{\text{М}} \quad (2.15)$$

$$K_{\text{ММОН}} = 0,87$$

3. Коефіцієнт автоматизації підготовки елементів:



$$K_{\text{мпере}} = \frac{H_{\text{мідг}}}{H_{\text{ере}}} \quad (2.16)$$

$$K_{\text{мпере}} = 0,93$$

4. Коефіцієнт визначення повторюваності:

$$K_{\text{нов.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ере}}}{H_{\text{ере}}} \quad (2.17)$$

$$K_{\text{нов.ере}} = 0.875$$

5. Коефіцієнт застосовності елементів:

$$K_{\text{заст.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.оп.ере}}}{H_{\text{т.ере}}} \quad (2.18)$$

$$K_{\text{заст.ере}} = 1$$

Загальний комплексний показник технологічності:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^S K_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^S \varphi_i} \quad (2.19)$$

Таблиця 2.9

## Коефіцієнти вагомості

Показник технологічності	Коефіцієнт вагомості
$K_{викГМС}$	1,0
$K_{ам}$	1,0
$K_{мтере}$	0,8
$K_{повере}$	0,3
$K_{застере}$	0,2
$K_{естрозере}$	0,5

$$K = \frac{0 \cdot 1 + 0,87 \cdot 1 + 0,93 \cdot 0,8 + 0,875 \cdot 0,3 + 1 \cdot 0,2 + 0,91 \cdot 0,5}{1 + 1 + 0,8 + 0,3 + 0,2 + 0,5} = 0,66$$

## Нормований коефіцієнт технологічності

$$K_H = 0,6$$

$$K / K_H \geq 1$$

$$K / K_H = 0,662 / 0,6 = 1,103 \geq 1$$

Умова задовольняється.

2.2.2. Визначення типу виробництва. При проектуванні технологічних процесів монтажу радіоелектронних засобів та їх вузлів, здійснюється вибір технологічного обладнання. При виборі технологічного оснащення перед усім звертають увагу на свою економічну доцільність для заданого типу виробництва [20].

Тип виробництва визначається коефіцієнтом серійності [14]:

$K_c=1$  — масове;

$K_c=2-10$  — крупносерійне;

$K_c =10-20$  — середньосерійне;

$K_c > 20$  — дрібносерійне;

$$K_c = \frac{t_g}{T_{шт}} \quad (2.20)$$

де такт випуску:

$$t_g = \frac{F_d \cdot 60}{N}; \quad t_g = \frac{2070 \cdot 60}{5000} = 15.5 \text{ хв} \quad (2.21)$$

де  $N$  - річна програма випуску;  $F$  - для однієї зміни 2070 хв./шт, для двох змін 4140.  $T_{шт}$  - штучний час,  $T_{шт}$  приблизно рівний 1 год. [14]

$$K_c = \frac{15.5}{1} = 15.5$$

Враховуючи кількість деталей та річну програму випуску 5000 одиниць, а також вище сказане, дане виробництво є середньосерійним.

Виробництво РЕА характеризується предметною спеціалізацією складальних цехів, в кожному з яких здійснюється замкнутий процес складання однорідної продукції.

Ступінь типізації технічних процесів складання, програма випуску, трудомісткість складання, а також форми спеціалізації цеху та його кооперування з іншими складальними цехами підприємств.

Серійне складання ведеться партіями. Після кожної операції над партією робітник переналагоджує робоче місце, що пов'язане з підготовчо-заключним часом.

Приділяється увага вирішенню комплексу питань щодо технологічного оснащення. До засобів технологічного оснащення належать: технологічне устаткування, власне технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробничих процесів.

До технологічного устаткування належать знаряддя виробництва, в яких для виконання певної частини технологічного процесу розміщують матеріал, засоби впливу на них і при необхідності джерела енергії. Знаряддя виробництва, що додають до технологічного устаткування для виконання визначеної частини процесу, становить власне технологічне оснащення, а засоби виробництва, в яких ручна праця частково або повністю замінена машиною, відносять до засобів механізації. В засобах автоматизації функції керування надають машинам та приладам.

2.2.3. Обґрунтування вибору технологічного устаткування для виготовлення апарату

При виробництві такого типу ми використаємо наступне устаткування:

1. Пристрій для лудіння ГГ0867-4016. Продуктивність - 500од./год., температура нагріву припою 190°C. флюсу - 100°C. Габаритні розміри 380x220x300мм.

2. Пристрій для формовки виводів ГГ7890-2000. Продуктивність - 200од./год. Габаритні розміри 340x130x90мм.

3. Пристрій пайки АП-4(ГГ1621). Продуктивність — 150 вузлів год. Габаритні розміри 894x930x1374мм

4. Автомат для вкладання радіоелементів та мікросхем ГГ2487. Цикл роботи 2с. Габаритні розміри 110x130x137мм.

5. Ванна для знежирення, флюсування і відмивки флюсу ГГ0867-4021. Габаритні розміри 310x360x320мм.

6. Шафа витяжка 2Ш-НЖ. Застосовується для прискорення процесу сушки матеріалів після промивки та нанесення різних рідких речовин за рахунок одночасного завантаження партії друкованих плат, регулюється

доступ повітря.

7. Піч ДЛДН-2 - для сушки лаку.
8. Паяльник ПУН-100 ГОСТ 7219-83.
9. Бокорізи БП 65-78, ВП2-34-00.
10. Пінцет ПГТД-120 ОСТ 4.ГО.060.013.
11. Лупа ГОСТ 25-706-83
12. Трафарет РД 3082-3901 (для маркування).
13. Кісточка ТУУ 1.280.315.
14. Викрутка ГОСТ 17199-89.
15. Викрутка регулювальника ГОСТ 812113-73.
16. Лінійка ГОСТ 17435-72.
17. Стіл монтажника КПМ4. 135.010 - володіє всіма зручностями які необхідні для проведення монтажних робіт.

18. Візок.

Для регулювання виробу використовують набір контрольно-вимірювальної апаратури: осцилограф СЗ-76. стенд А105.

#### 2.2.4. Нормування технологічного процесу

Проведемо розрахунок коефіцієнтів завантаження обладнання:

$$k_3 = \frac{T_{um} N_p N}{t_g 60} \quad (2.22)$$

де  $T_{um}$  - штучний час, який рівний часу однієї операції;  $N_p$  - річна програма випуску;  $N$  - кількість деталей, що виготовляються за час  $T$ ;  $t_g$  - час роботи пристроїв та обладнання,  $t_g = 2000 год$ .

$$T_{um} = T_{on} (1 + \kappa) \quad (2.23)$$

де  $T_{on} = \frac{T}{N}$  число виготовлених виробів за одиницю часу;  $\kappa$  - коефіцієнт,  $\kappa=0,13$ .

а) коефіцієнт завантаження для ГГ7890-2000. Отже:

$$T_{on} = \frac{69 \cdot 60}{200} = 20,7$$

$$T_{um} = 20,7(1 + 0,13) = 23,4$$

Підставивши дані значення у формулу (1.41) отримаємо:

$$K_3 = \frac{23,4 \cdot 8000 \cdot 1}{2000 \cdot 60} = 0,975$$

б) коефіцієнт завантаження для ГГ0867-4016

$$T_{on} = \frac{76 \cdot 60}{500} = 9,12$$

$$T_{um} = 9,12(1 + 0,13) = 10,3$$

Тоді коефіцієнт завантаження буде:

$$K_3 = \frac{10,3 \cdot 8000 \cdot 1}{2000 \cdot 60} = 0,43$$

а) коефіцієнт завантаження для ГГ2487

$$T_{on} = \frac{49 \cdot 60}{400} = 7,25$$

$$T_{um} = 7,25(1 + 0,13) = 8,3$$

Тоді коефіцієнт буде:

$$K_3 = \frac{8,3 \cdot 8000 \cdot 1}{2000 \cdot 60} = 0,34$$

б) коефіцієнт завантаження для АП-4

$$T_{on} = \frac{76 \cdot 60}{300} = 15,2$$

$$T_{um} = 15,2(1 + 0,13) = 17,2$$

Тоді коефіцієнт буде:

$$K_3 = \frac{17,2 \cdot 8000 \cdot 1}{2000 \cdot 60} = 0,72$$

2.2.5. Аналіз запропонованого технологічного процесу і обґрунтування режимів роботи обладнання

Вихідними даними для вибору режимів є:

- дані про деталь, яку виготовляємо (робоче креслення і технічні умови), рід матеріалу і його характеристики (марка, стан, механічні властивості), форма, розмір, допуски на обробку, допустимі відхилення від геометричної форми, потрібна частота поверхні, вимоги до стану поверхні шару;

- паспорти обладнання.

На вибір основних режимів роботи обладнання впливає економічна сторона. При розробці технологічних процесів виготовлення приладу були вибрані напівоптимальні температури, підвищення яких може привести до погіршення фізико-хімічних властивостей матеріалу (що може привести до зниження експлуатаційних можливостей приладу в цілому), крім того збільшується використання енергії, що збільшить собівартість.

До такого ж негативного ефекту може привести перевищення вказаного часу, оскільки відбувається простій робочих місць на ділянках складально-монтажних робіт.

Оптимальні режими роботи було вибрано згідно з рекомендаціями з довідника для проектування технологічних процесів в радіо апаратобудуванні.

В даному технологічному процесі використовуються такі обладнання: установка автоматичного формування ЕРЕ, лудження та обрізка виводів, установка на друковану плату, сушка, лакування, пайка.

З програмного випуску - в одну зміну буде випускатися біля 4 виробів, отже всі операції мають узгоджуватись з тактом технологічного процесу. Кожні 2 години буде отримування готовий виріб. Для продуктивної роботи обладнання необхідно підібрати режими роботи. Дане обладнання таке:

- пайка, температура розплавленого припою  $190 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- сушка, температура сушки не повинна перевищувати робочу температуру електрорадіоелементів. Отже вибираємо температуру сушки  $t=60^\circ\text{C}$ .
- лакування, ефективна сушка після лакування відбувається при підвищеній температурі. Виходячи з цього ми вибираємо температуру  $t=40^\circ\text{C}$ , яка може регулюватися до  $\max t=80^\circ\text{C}$ .

### 2.3. Висновки до розділу 2

Розроблено спосіб математичного опису сигналів для проведення електросну. На основі цього проаналізовано структурну та електричну принципову схеми базового типового апарату для електросну та розроблено власні схемо-технічні рішення, які полягають в виконанні генератора прямокутних імпульсів на основі мікросхеми NE555 з можливістю регулювання частоти імпульсів та їх шпаруватості.

Проведено розрахунки модернізованих вузлів та проведено вибір елементної бази апарату. Розроблено конструкцію друкованого вузла та розглянуто питання технології його виготовлення.



## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Дослідження ефективності проведення електросон терапії

Електросон є методом терапевтичної дії на гіпногенні структури мозку за допомогою прямокутного імпульсного струму, який при тривалому застосуванні викликає сонливість а потім сон різної глибини та тривалості [15].

При лікуванні на основі класичного методу електросну використовується орбітально-сосцеподібне розташування електродів для впливу на мозок. У цьому випадку подразнюються сенсорні ядра черепно-мозкових нервів та гіпногенні центри стовбура мозку (гіпоталамус, гіпофіз, внутрішня область мозкового моста, ретикулярна формація) [15].

Поряд з посиленням гальмівних процесів в корі головного мозку імпульсний струм активує серотонінергічні нейрони в ядрі спинного шва. Накопичення серотоніну в підкіркових структурах мозку призводить до зниження умовно-рефлекторної активності та емоційної активності. В результаті у пацієнта розвивається стан сонливості, а в деяких випадках і сну.

Для лікування електроспаня використовується імпульсний прямокутний струм, іноді в поєднанні з додатковим постійним компонентом (DPS) [15]. Тривалість імпульсів як правило, є незмінною і становить від 0,2 до 0,5 мс у різних пристроях. Амплітуду струму імпульсів можна плавно регулювати в діапазоні від 0 до 10 мА при навантаженні 5 кОм. Частота повторення пульсу для кожного пацієнта підбирається індивідуально в діапазоні від 1 до 160 Гц. Якщо спостерігається посилене збудження центральної нервової системи, зазвичай використовується нижня частина діапазону від 1 до 20 Гц. При депресивному стані центральної нервової

системи використовується частота від 40 до 100 Гц. Силу струму також можна плавно регулювати в діапазоні від 0 до 0,5 мА [15].

### 3.2. Сучасний стан електросон терапії

Численні роботи щодо використання електросон терапії для лікування захворювань нейрогенної етіології були передумовою розвитку методу центральної електроаналгезії у вісімдесятих роках минулого століття [15].

Цей метод створює оптимальні умови для посилення процесів саморегуляції в корі головного мозку та виробляє знеболюючий ефект. В основі методу лежить ефект електротранквілізації, який дозволяє, уповільнюючи проведення патологічних імпульсів у фронтальних ділянках кори, забезпечити стійке ослаблення коркового компонента емоційних реакцій та їх вегетативних проявів [15].

Дослідження, проведені медичними спеціалістами щодо використання електроаналгезії, дозволили визначити більш прийнятні параметри електричних імпульсів та розташування електродів. Значення амплітуди вихідних імпульсів регулюється в цих пристроях в діапазоні від 0 до 33 мА, а рівень DPS становить від 0 до 2,8 мА. Швидкість повторення вихідних імпульсів встановлюється в діапазоні від 50 до 2000 Гц, а тривалість імпульсу становить від 0,15 до 4 мс [15].

Механізм фізіологічної та терапевтичної дії електроаналгезії дуже близький до механізму седативної техніки електросну (із використанням прямокутного імпульсного струму з частотою 10 Гц) [15].

В останні роки, поряд із використанням прямокутного імпульсного струму в електричній терапії сну, стали застосовуватися струми з іншими характеристиками, зокрема, синусоїдально-модульовані струми (СМС) [15]. Цей метод називається трансцеребральною ампліпульсною терапією. Як правило, для ампліпульсної терапії використовуються пристрої серії

Amplipulse, в яких СМС - це синусоїдальні змінні струми з несучою частотою 5000 Гц (період 0,2 мс), модульовані по амплітуді синусоїдальними сигналами, нижня частота встановлюється в діапазоні від 10 до 150 Гц. У той же час в пристроях для ампліпульсної терапії коефіцієнт модуляції може бути встановлений в діапазоні від 0 до 100%, а також передбачений режим перемодуляції (> 100%). Крім того, певні типи СМС піддаються ще більш низькій частоті імпульсної модуляції.

Інтерференційні струми також використовуються для впливу на центральну нервову систему. Цей метод електротерапії називається трансцеребральною інтерференційною терапією [15]. Для трансцеребральної інтерференційної терапії використовуються апарати "АІТ-50-2", "АІТОР-01", "Interference-IFM" та ін. Ці пристрої мають два виходи, кожен з яких генерує синусоїдальний струм з частотою від 3000 до 5000 Гц. Різницю між частотами цих струмів можна встановити плавно або дискретно в діапазоні від 0 до 200 Гц [15].

Механізм фізіологічної дії інтерференційних струмів, хоча і близький до дії прямокутних імпульсних струмів, відрізняється тим, що використання більш високих частот сприяє практично безперешкодному проходженню струмів через шкірний бар'єр. Отже, рефлекторний компонент їх впливу на центральну нервову систему є незначним, тоді як прямий вплив на збудливі структури мозку досить виражений. Найбільш вираженими в трансцеребральній інтерференційній терапії є такі фізіологічні ефекти: антиаритмічний, ліпотропний, гормональний та імунокорегуючий, гемодинамічний та антальгічний [15].

### 3.3. Перспективи застосування методу електросну

Електросон має здатність підвищувати поріг реакції на стрес, зменшувати втому та підвищувати розумову та фізичну працездатність.

Незалежно від нозологічної приналежності, вже під час курсу лікування електроспанням пацієнти відзначають спокій, підвищене відчуття бадьорості, свіжості, енергії, активності, підвищену працездатність, поліпшення або нормалізацію нічного сну [15].

Аналіз клінічних спостережень показав, що процедури електросон сприяють [15]:

- нормалізація нічного і денного сну;
- поява почуття спокою після сну;
- зникнення "професійних мрій";
- зняття тривожного напруження;
- підвищення розумової працездатності та уваги;
- зменшення відчуття втоми під час та після роботи;
- зняття дратівливості.

Проблема швидкого відновлення мікроциркуляції є однією з актуальних проблем реанімаційної медицини. Використовувані фармакологічні засоби не повністю задовольняють клініцистів через наявність побічних ефектів, ускладнень, непереносимості та алергічних реакцій. Позитивні результати використання електросон у лікуванні такої судинної патології, як облітеруючі захворювання артерій кінцівок, при гіпертонії, атеросклерозі та в акушерсько-гінекологічній практиці створили передумови для використання електросон у реанімації. У психіатрії розробка більш адекватних комплексів електросон та психофармакологічних засобів виявилася перспективною як для більш ефективного лікування функціональних розладів, так і для лікування психотичних розладів - шизофренії, маніакально-депресивного, пресенільного та інших психозів [15].

Застосування електросону у комбінації з інсулінотерапією, а також у поєднанні з психотропними препаратами показало, що включення електросипу до комплексу антипсихотичної медикаментозної терапії призводить до зменшення дозування психотропних препаратів як у період

загострення психотичні симптоми та при підтримуючій терапії в період неповного одужання від психозу, неповних ремісій та реактивних станів у період ремісії [15].

Застосування електросипу при лікуванні підгострих пацієнтів у період ремісії відкриває можливість періодично підтримуючої психотропної терапії, що зменшить алергічні реакції на психотропні препарати та пристрасть до них.

Подальший розвиток адекватних модифікацій електросну для більш ефективного антипсихотичного ефекту також є перспективним у психіатрії.

Відкриття все нових і нових властивостей терапевтичного ефекту електросну робить перспективним подальше розширення сфери його використання в різних галузях медицини. У той же час терапевтичний ефект електросон може бути посилений розробкою патогенетично обґрунтованих лікувальних комплексів з індивідуальним підходом до кожного пацієнта [15].

#### 3.4. Висновки до розділу 3

В розділі проведено аналіз та дослідження ефективності проведення електросон терапії, особливостей її використання при різних станах центральної нервової системи та ефектів, що виникають при цьому.

Розглянуто сучасний стан електросон терапії та перспективи застосування цього методу, зокрема у випадку використання модульованих синусоїдними струмами сигналів із різними параметрами як імпульсів так і модулюючих сигналів. Розглянуто ефекти від використання таких сигналів.

## РОЗДІЛ 4

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

## 4.1. Охорона праці

Відповідно до ст. 13 розд. III Закону України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. № 2694-ХІІ 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.

Заходи щодо виконання вимог електробезпеки офісних працівників регламентують наступні нормативні документи:

- Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05), затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці України від 26 січня 2005 р. № 15;
- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 25 липня 2006 р. № 258 (далі — ПТЕЕС);
- Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України, Комітету по нагляду за охороною праці від 9 січня 1998 р. № 4;
- Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 грудня 2014 р. № 1417.

Відповідно до п. 2.2 розд. II Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій [від 25 січня 2012 р. № 67](#), роботодавець має забезпечити повну і вичерпну інформацію працівників та їх

уповноважених представників з питань охорони праці про можливі небезпечні ситуації, про вжиті заходи для їх запобігання або їх ліквідації та про дії працівників у аварійних ситуаціях.

Електробезпека — система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Тобто електробезпека — це відсутність будь-яких факторів з боку електроустановки, які можуть створити загрозу і небезпеку життю і здоров'ю людини. Не варто під терміном «електроустановка» розуміти щось таке, що може знаходитись поза межами офісу. Адже, наприклад, настільна лампа це також електроустановка. Тобто пристрій, в якому є перетворення електричної енергії в той чи інший вид енергії (світлову, механічну, теплову), і буде вважатись електроустановкою.

Заходи електробезпеки, на які необхідно звернути особливу увагу:

1. Облаштування електромережі, зокрема:

- правильний розподіл навантаження на всі приміщення офісу;
- правильний розподіл електромережі за призначенням (наприклад: освітлення — це одна група, робоча зона — інша);
- якість самих комплектуючих електромережі (розетки, вимикачі, лампи, світильники);
- чи є потенціал для збільшення навантаження (на випадок створення додаткових робочих місць чи розширення компанії);
- використання офісного обладнання, в якому електроенергія застосовується за призначенням згідно з технічними рекомендаціями виробника.

2. Виважений підхід до питання використання стаціонарних або мобільних електрогенераторів для зменшення енергозалежності:

- консультація зі спеціалістом електротехнічного фаху (якщо не призначений відповідальний за електрогосподарство) щодо вибору генератора відповідно до потреб енергоспоживання;
- якщо електрогенератор стаціонарний — необхідно виконати вимоги, зазначені в п. 9.1-9.20 розд. VIII ПТЕЕС;
- якщо електрогенератор мобільний (бажано з вмонтованою автоматикою введення резерву) — правильно виконати підключення з урахуванням можливих наслідків у випадку появи струму в зовнішній електромережі.

#### 4.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

##### *Долікарська допомога при шоку*

Травматичний шок — складний патогенний процес, що виникає внаслідок важкої механічної травми, опіку і характеризується порушенням функцій життєво важливих органів та систем організму.

При комбінованих хімічно-радіаційних ушкодженнях, опіках тканин і органів травматичний шок спостерігається у 30% потерпілих.

В генезі травматичного шоку першочергову роль відіграють такі чинники: втрата крові і біль, розлад дихання, порушення процесів метаболізму, інтоксикація організму недоокисненими продуктами обміну речовин внаслідок руйнування тканин.

Чинники, які сприяють розвитку шоку запізнилі і неповноцінне надання долікарської допомоги, вторинна травматизація в процесі транспортування в лікарню, повторна втрата крові, переохолодження або перегрівання, фізично-емоційне перенапруження, стреси, тривале недоїдання та зневоднення організму тощо.

При пораненнях зміни виникають у підкіркових утвореннях великого мозку та в системі периферійного кровообігу (перерозподіл крові, яка



забезпечує життєдіяльність органів, передусім серця і мозку). Розвиваються циркулярна гіпотонія, спазм посткапілярних венул (випотіває плазма в позаклітинний простір), набряк і згущення крові. Знижується венозний тиск, слабнуть нирки, печінка, легені, відбувається тромбоутворення, розвиток незворотних змін в органах.

Травма кишечника призводить до інтоксикації організму, ускладнюється стан пораненого, спостерігається розлад дихання і кровообігу. Порушується функція нервової системи. Шок має дві фази: еретильну і торпедну.

Еретильна фаза шоку супроводжується збудженням, надмірною рухливістю. Мова уривчаста, погляд неспокійний, шкірний покрив блідий, іноді виникає гіперемія (різке потовиділення), пульс відхилений від норми — сповільнений або прискорений (100 пульсацій за 1 хвилину). Дихання часте, поверхневе.

Торпідна фаза шоку — фаза пригнічення. Розрізняють 4 ступеня:

I ступінь (легка форма шоку). Це результат ізольованих уражень середньої важкості та втрати 500 — 1000 мл. крові, стан помірного психічного гальмування, блідий шкірний покрив, артеріальний тиск 100 — 95 мм. рт. ст. Прогноз сприятливий.

II ступінь — середня важкість шоку, численні ушкодження тіла, втрата крові до 1000 — 1500 мл, стан важкий, хоч орієнтація і свідомість не втрачені, шкіра бліда, губи ціанотичні, психічна загальмованість, пульс — 110 — 130 пульсацій за 1 хвилину, тиск — 90 — 75 мм рт. ст., нестійкий, прогноз сприятливий при проведенні протишокової терапії.

III ступінь — важкий шок, виникає при важких ушкодженнях грудної клітки, черевної порожнини. Крововтрата — 2000 мл., стан важкий, виражена психічна загальмованість, іноді ступор. Шкіра бліда, ціанотична, пітніє, слизові оболонки сухі, гіпотермія, гіподинамія, зниження сухожильних рефлексів, розлад у роботі нирок, сечовиділення, пульс — 120-160 пульсацій

за 1 хвилину, тиск — 75 мм рт. ст., дихання поверхнєве, без протишочкових заходів прогноз несприятливий.

VI ступінь — термітний стан (передагональний, агональний та клінічна смерть) вкрай важкий для потерпілого. Втрата свідомості, шкіра холодна, трупна, ціанотична, вкрита липким холодним потом, зіниці розширені, не реагують на світло, пульс не промацується, крайній ступінь шоку веде до клінічної смерті.

Діагностика шоку ґрунтується на визначенні показників, які характеризують загальний стан потерпілого. Найважливіший показник - рівень артеріального тиску. Чим він нижчий, тим глибший розлад функцій організму, його життєдіяльності. Величина крововтрати - найоб'єктивніший показник ступеня важкості шоку.

Перебіг клінічного шоку залежно від локалізації поранення чи опіку має такі особливості: проникаючі поранення черевної порожнини до 80% спричинюють шок; проникаючі поранення грудної клітки зумовлюють гемоторакс, відкритий пневмоторакс. При пораненнях і ушкодженнях тазу — кровотеча до 2,5 л. При ушкодженнях кінцівок — крововтрата до 2 л., біль, інтоксикація.

Профілактична і долікарська допомога при шоку.

Під час шоку усувають дію травмуючих чинників і чинників розвитку шоку, зупиняють кровотечу, перев'язують рани, усувають загрозу асфіксії; вводять 5-подібну трубку (повітропровід); при порушенні зовнішнього дихання в долікарську допомогу входить очищення порожнини рота і носоглотки, усунення западання язика, відновлення прохідності дихальних шляхів; при пневмотораксі накладається пов'язка; проводиться інгаляція киснем, зупинення зовнішньої кровотечі; вводяться серцево-судинні й аналектичні засоби (виконує фельдшер); здійснюється фіксація кінцівок. Ввівши повторно знеболювальні засоби, дають гарячий чай та інші напої.

У разі стихійного лиха, аварій, коли має місце масове надходження потерпілих, їх медично сортують.

В першу чергу виділяють поранених з важким ступенем шоку: 1-га, 2-га група — поранені в стані шоку 1 — 2 год., їм надають протишокову допомогу, тоді оперують; до 3-ї групи належать поранені з ознаками шоку, яких можна прооперувати трохи пізніше. В першу чергу зупиняють кровотечу, компенсують крововтрати, потім нормалізують об'єм циркулюючої крові. Гостра крововтрата (50%) веде до смерті.

Кожна велика втрата крові (зниження тиску до 80 — 70 мм рт. ст.) мусить бути негайно компенсована шляхом переливання крові у вени потерпілого (визначають групу крові, резус-фактор донора і реципієнта) можна робити інфузію плазми крові, поліглюкін тощо.

Розрідження крові при введенні кровозамінників сприяє поліпшенню капілярного кровотоку.

Крововтрата організмом до 700 мл. компенсується самостійно, за рахунок інфузії плазми крові, введення сольових багатоконпонентних розчинів. Рівень гемоглобіну має бути 65%.

При кисневому голодуванні організму проводять оксигенотерапію. При зупиненні дихання — штучне дихання «з рота до рота». При порушенні функцій печінки і нирок вводять 500 мл. глюкози 1 раз на добу з інсуліном (1 ОД. інсуліну на 5 г глюкози).

Температура повітря в протишоковій палаті — 20 — 24°C.

Потерпілому дають гарячий чай, каву, нагріте вино, закутують ковдрою.

Синдром тривалого стискання тканин буває внаслідок землетрусів, коли люди опиняються під уламками споруд і будинків. У потерпілих поряд з переломами, опіками, може спостерігатися синдром тривалого стискання тканин, зокрема тканин верхніх і нижніх кінцівок. При розтрощенні і розчавлюванні тканин різко погіршується кровообіг у м'язах, виникають анемія, гіпонія тканин, інтоксикація, нервово-рефлекторний розлад, спазми

капілярів, артерій, гостра серцево-судинна недостатність, набряки. Плазма крові пропотіває в міжклітинний простір (об'єм циркулюючої плазми зменшується на 50%), знижується артеріальний тиск, може настати гостра ниркова недостатність і порушення сечовиділення.

Синдром тривалого стискання тканин характеризується трьома періодами:

1-й — ранній — набряки тканин і гострий розлад гемодинаміки, триває 1—3 доби.

2-й — проміжний період — гостра ниркова недостатність, від 5 діб до 1,5 місяців.

3-й — пізній період — гангрена, флегмони, абсцеси.

Кінцівка потерпілого набрякає, шкіра багряно-синя, іноді пухирі з бурштиново-жовтою рідиною, пульсація послаблена або відсутня, чутливість шкіри знижена або втрачена. Згущення крові. Погіршується загальний стан організму. Холодний піт на шкірі, різкий біль на місці травми, нудота і блювання. Пульс - 100—120 пульсацій за 1 хв., тиск — 60 мм рт. ст. Сеча червоного кольору. Тип клініки торпідної фази травматичного шоку. Наростає загальна інтоксикація організму, спостерігається гостра ниркова недостатність, іноді гангрена кінцівки, абсцеси і флегмони, може виникнути атрофія м'язів. Ускладнюється рухливість суглобів, пошкоджуються нервові стовбури.

Існують 4 ступені прояву синдрому стискання:

I ступінь — дуже важкий — стискання м'яких тканин або кінцівок протягом 6 — 8 год., потерпілі, як правило, гинуть через 2 — 3 доби;

II ступінь — важкий — стискання рук чи ніг протягом 4 — 7 год., потерпілі можуть загинути;

III ступінь — середньої важкості — стискання рук чи ніг до 6 год., лікування до 3 місяців;

IV ступінь — легкий — стискання рук чи ніг до 2 год. Порушення помірні. Прогноз сприятливий.

Перша медична і долікарняна допомога.

Звільнення від стискання є початком клінічного прояву синдрому стискання тканин. Коли дві кінцівки зазнали стискання (компресія) протягом 8 год., при наявності переломів обов'язкова ампутація. Накладається джгут (вище від місця стискання). Вводяться знеболюючі, антигістамічні та серцево-судинні препарати, призначаються антибіотики, проводять правцеве щеплення.

#### 4.3. Висновки до розділу

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано електробезпеку при роботі з апаратом для електросну, а також долікарську допомогу при шоку.

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі проведено розробку модернізованого апарату для електросну.

В розділі проаналізовано особливості проведення стимуляції головного мозку в процесі проведення процедур електросну. Розглянуто фізіологічний ефект від цієї процедури та застосування її при окремих захворюваннях чи порушеннях роботи організму людини.

Провівши аналіз технічних характеристик та можливостей різних апаратів для електросну та електронаркозу встановлено, що працюють вони подібним чином, приблизно однакові форма та струм сигналів стимулів використовуються. Тому розроблення модернізованого апарату для електросну має опиратись на відмінні схемо-технічні рішення, зокрема для виконання генератора прямокутних імпульсів з можливістю регулювання частоти імпульсів та щільності.

Розроблено спосіб математичного опису сигналів для проведення електросну. На основі цього проаналізовано структурну та електричну принципову схеми базового типового апарату для електросну та розроблено власні схемо-технічні рішення, які полягають в виконанні генератора прямокутних імпульсів на основі мікросхеми NE555 з можливістю регулювання частоти імпульсів та їх шпаруватості.

Проведено розрахунки модернізованих вузлів та проведено вибір елементної бази апарату. Розроблено конструкцію друкованого вузла та розглянуто питання технології його виготовлення.

В розділі проведено аналіз та дослідження ефективності проведення електросон терапії, особливостей її використання при різних станах центральної нервової системи та ефектів, що виникають при цьому.

Розглянуто сучасний стан електросон терапії та перспективи застосування цього методу, зокрема у випадку використання модульованих синусоїдними струмами сигналів із різними параметрами як імпульсів так і модулюючих сигналів. Розглянуто ефекти від використання таких сигналів.

Також виконано розділ охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апарат для лікувального електронаркозу «Ленар». Паспорт.
2. Апарат для електросну «Електросон-4Т». Паспорт.
3. <http://pugatch.ru/anonsy/articles/aparat-dlja-yelektrotrankvilizaci-mikro-lyenar.html>
4. <https://medmag.ua/medicinskim-uchrezhdeniyam/fizioterapiya/apparat-elektrosn-es-10-5-prvjmed>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/NE555>
6. <https://asenergi.com/catalog/kondensatory-elektroliticheskie/k50-35.html>
7. <https://asenergi.com/catalog/kondensatory-plenochnye/k73-17-cl21-x2.html>
8. <https://eandc.ru/pdf/rezistor/s2-33.pdf>
9. <https://asenergi.com/catalog/rezistory-podstroechnye/sp3-19.html>
10. <https://www.chipdip.ru/product/1n4148-china>
11. [https://www.digipart.com/part/bzx79-c10?gclid=Cj0KCQiAifz-BRDjARIsAEElyGIjBIiNfrjymjVKT21kfiNTE16tdhYsUqtLKgZE-ysnXGxMhCPrt5saAiZSEALw\\_wcB](https://www.digipart.com/part/bzx79-c10?gclid=Cj0KCQiAifz-BRDjARIsAEElyGIjBIiNfrjymjVKT21kfiNTE16tdhYsUqtLKgZE-ysnXGxMhCPrt5saAiZSEALw_wcB)
12. <https://www.web-bcs.com/sdsearch/search.php?error=404>
13. <https://www.microshemca.ru/2N1300/>
14. Технология радиоэлектронных устройств и автоматизация производства / [А.П. Достанко, В.Л. Панин, А.А. Хмыль, Л.П. Ануфриев]. – Минск: Высшая школа, 2002. – 414 с.
15. Кипенский А.В., Верещак А.П. Сон, его расстройства и электролечение: Учебное пособие. – Харьков: «Золотые страницы», 2004. – 192 с.



ДОДАТКИ

Додаток А  
Технічне завдання

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедру БТ  
\_\_\_\_\_ Є.Б. Яворська  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
до кваліфікаційної роботи магістра на тему:  
Модернізований апарат для електросну

Узгоджено:  
Керівник дипломної роботи

\_\_\_\_\_ Дедів Л.Є.  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020р.

Виконавець:  
студент групи РБм-61

\_\_\_\_\_ П'єх А.Т.  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020р.

Тернопіль 2020р.

## 1 НАЗВА РОБОТИ І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Модернізований апарат для електросну (далі виріб).

1.2 Підставою для виконання роботи є затверджена на засіданні кафедри тема дипломної роботи

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ

2.1 Студент групи РБм-61 кафедри БТ Тернопільського національного технічного університету ім. Івана Пулюя П'єх А.Т.

## 3 МЕТА РОБОТИ

3.1 Метою роботи є розроблення модернізованого апарату для електросну .

## 4 ВИХІДНІ ДАНІ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

4.1 Схема структурна виробу;

4.2 Схема електрична принципова виробу;

4.3 Вузли і блоки радіоелектронної апаратури.

4.4 ГОСТ 15150-82, ГОСТ 20790-82 виконання електронної апаратури відповідно до умов експлуатації.

## 5 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ВИРОБУ

Виріб повинен відповідати наступним вимогам:

5.1.ГОСТ 122025-76 клас захисту 1,тип УХЛ .

5.2 Виріб повинен забезпечувати ряд характеристик, а саме:

- частота проходження імпульсів:
  - на I піддіапазоні – (5...30) Гц,
  - на II піддіапазоні – (25...150) Гц;
- тривалість імпульсів 0.5 мс  $\pm$  20 %;
- тривалості фронту і зрізу імпульсів не більше 50 мкс;
- час встановлення робочого режиму не перевищує 3 хв;
- апарат працює від мережі змінного струму частоти ( 50  $\pm$  0,5 ) Гц з номінальною напругою 220 В  $\pm$  10 %;
- потужність , споживана апаратом з мережі , не перевищує 10 ВА.

#### 5.4 Умови експлуатації по ГОСТ 15150-82:

- а) температура навколишнього середовища  $0...+40^{\circ}\text{C}$ ;
- б) відносна вологість повітря до 85% при  $+25^{\circ}\text{C}$ ;
- в) атмосферний тиск  $101,3\pm 4\text{кПа}(760\pm 30)\text{мм.рт.ст.}$ .

#### 5.6 Вимоги до надійності:

- а) виріб повинен відповідати вимогам ГОСТ 23256-86;
- б) час напрацювання на відмову не менше 5000 годин.

## 6 ПРОЕКТНІ ЗАДАЧІ

### 6.1 Аналіз технічного завдання

### 6.2 Аналіз структурної схеми.

### 6.3 Аналіз схеми електричної принципової.

### 6.4 Вибір елементної бази.

### 6.5 Розрахунки:

а) розрахунок елементів модернізованої частини схеми електричної принципової;

б) розрахунок друкованого монтажу.

### 6.6 Компоновка друкованої плати виробу.

### 6.7 Розробка конструкції виробу.

### 6.8 Розрахунок надійності.

## 7 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

7.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД, ДСТУ, ЄСТД.

7.2 Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

а) пояснювальна записка;

б) схема структурна виробу;

в) схема електрична принципова виробу;

г) креслення друкованої плати;

д) складальне креслення друкованого вузла;

8 Виконавець зобов'язаний представляти результати роботи згідно календарного плану.

9 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення по узгодженні сторін.



<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>	70
R4	СП3-19а-47 кОм±10%	1		
R5	С2-23-0,25-24 кОм±5%	1		
R6	СП3-19а-15 кОм±10%	1		
R7, R12	С2-23-0,25-1 МОм±5%	2		
R8	С2-23-0,25-13 кОм±5%	1		
R9	С2-23-0,25-150 кОм±5%	1		
R10	С2-23-0,25-180 Ом±5%	1		
R11	СП3-19а-2,2 кОм±10%	1		
R13	С2-23-0,25-1 кОм±5%	1		
R14	С2-23-0,25-1,5 кОм±5%	1		
R15	С2-23-0,25-1 МОм±5%	1		
R16, R24	С2-23-0,25-2,4 кОм±5%	2		
R17-R19	С2-23-0,25-1 МОм±5%	3		
R20, R23	С2-23-0,25-3 кОм±5%	2		
R21	СП3-19а-2,2 кОм±10%	1		
R22,R25	С2-23-0,25-39 кОм±5%	2		
R26	С2-23-0,25-100 кОм±5%	1		
R27	С2-23-0,25-3 кОм±5%	1		
R28	С2-23-0,25-100 Ом±5%	1		
R29	СП3-19а-15 кОм±10%	1		
R30	С2-23-0,25-30 кОм±5%	1		
	<u>Діоди</u>			
VD1-VD12	1N4148	12		
VD13	1N4038	1		
VD14	BZX79-C10	1		
VD15-VD17	1N4148	3		
VD18	1N4038	1		
VD19	1N4148	1		
VD20,VD21	BZX79-C10	2		
VD22,VD23	1N4148	2		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

ПАТ 3.013.001 ПЕ

Арк.

2



Форма	Зона.	Поз.	Найменування	Найменування	Кіл.	Примітка
				<b><u>Документація</u></b>		
A1			ПАТ 3.013.001 СК	Складальне креслення		
A1			ПАТ 3.013.001 Е3	Схема електрична		
A1			ПАТ 3.013.001 Е1	Схема структурна		
				<b><u>Деталі</u></b>		
		1	ПАТ 7.102.001	Плата друкована	1	
		2	ПАТ 7.104.003	Прокладка	10	
				<b><u>Стандартні вироби</u></b>		
				<b><u>Інші вироби</u></b>		
				<b><u>Діоди</u></b>		
		3		1N4148	12	VD1-VD12
		4		1N4038	1	VD13
		5		BZX79-C10	1	VD14
		6		1N4148	3	VD15-VD17
		7		1N4038	1	VD18
		8		1N4148	1	VD19
		9		BZX79-C10	2	VD20,VD21
		10		1N4148	2	VD22,VD23
		11		<u>Контур</u> ПАТ 4.7.002	2	L1, L2
				ПАТ 3.013.001		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		
Розроб.		П'єх А.Т.			Літ.	Арк.
Перевір.		Дедів Л.Є.				1
Н. Контр.					Аркушів	
Затверд.					3	
Рецензент					ТНТУ, гр. РБм-61	
				Апарат для електросну		
				Друкований вузол		



Форма	Зона.	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка	
				<u>Конденсатори</u>			
				К50-35 ОЖ0.464.096 ТУ			
				К10-17 ОЖ0.460.084 ТУ			
		12		К50-35-63В-47 мкФ±20%	5	С1-С5	
		13		К10-17-63В-0,1 мкФ±5%	2	С6,С8	
		14		К10-17-63В-0,47 мкФ±5%	1	С7	
		15		К50-35-25В-4,7 мкФ±20%	1	С9	
		16		К10-17-63В-4,7 мкФ±5%	1	С10	
		17		К10-17-63В-4,7 нФ±5%	1	С11	
		18		К10-17-63В-0,1 мкФ±5%	1	С12	
		19		К10-17-63В-150 пФ±5%	1	С13	
		20		К10-17-63В-2,2 нФ±5%	2	С14,С16	
		21		К10-17-63В-0,047 мкФ±5%	1	С15	
		22		К10-17-63В-2,2 нФ±5%	1	С17	
		23		К10-17-63В-1,5 нФ±5%	1	С18	
				<u>Мікросхеми</u>			
		24		NE555	1	DA1	
				<u>Резистори</u>			
				С2-23-0,25 ОЖ0.464.080			
				С2-23-2 ОЖ0.464.080 ТУ			
				СП3-19а- ОЖ0.467.072 ТУ			
		25		С2-23-2-3 кОм±5%	1	Р1	
		26		С2-23-2-300 Ом±5%	2	Р2,Р3	
		27		СП3-19а-47 кОм±10%	1	Р4	
		28		С2-23-0,25-24 кОм±5%	1	Р5	
		29		СП3-19а-15 кОм±10%	1	Р6	
		30		С2-23-0,25-1 МОм±5%	2	Р7, Р12	
				ПАТ 3.013.001			Арк.
							2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

Форма	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	74 Примітка
		31		C2-23-0,25-13 кОм±5%	1	R8
		32		C2-23-0,25-150 кОм±5%	1	R9
		33		C2-23-0,25-180 Ом±5%	1	R10
		34		СП3-19а-2,2 кОм±10%	1	R11
		35		C2-23-0,25-1 кОм±5%	1	R13
		36		C2-23-0,25-1,5 кОм±5%	1	R14
		37		C2-23-0,25-1 МОм±5%	1	R15
		38		C2-23-0,25-2,4 кОм±5%	2	R16, R24
		39		C2-23-0,25-1 МОм±5%	3	R17-R19
		40		C2-23-0,25-3 кОм±5%	2	R20, R23
		41		СП3-19а-2,2 кОм±10%	1	R21
		42		C2-23-0,25-39 кОм±5%	2	R22,R25
		43		C2-23-0,25-100 кОм±5%	1	R26
		44		C2-23-0,25-3 кОм±5%	1	R27
		45		C2-23-0,25-100 Ом±5%	1	R28
		46		СП3-19а-15 кОм±10%	1	R29
		47		C2-23-0,25-30 кОм±5%	1	R30
				<u>Транзистори</u>		
		48		2N237	1	VT1
		49		2N1300	3	VT2-VT4
				<u>Роз'єми</u>		
		50		PLS-2-3	5	XS1-XS5
		51		PLS-2-4	1	XS6
						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ПАТ 3.013.001	

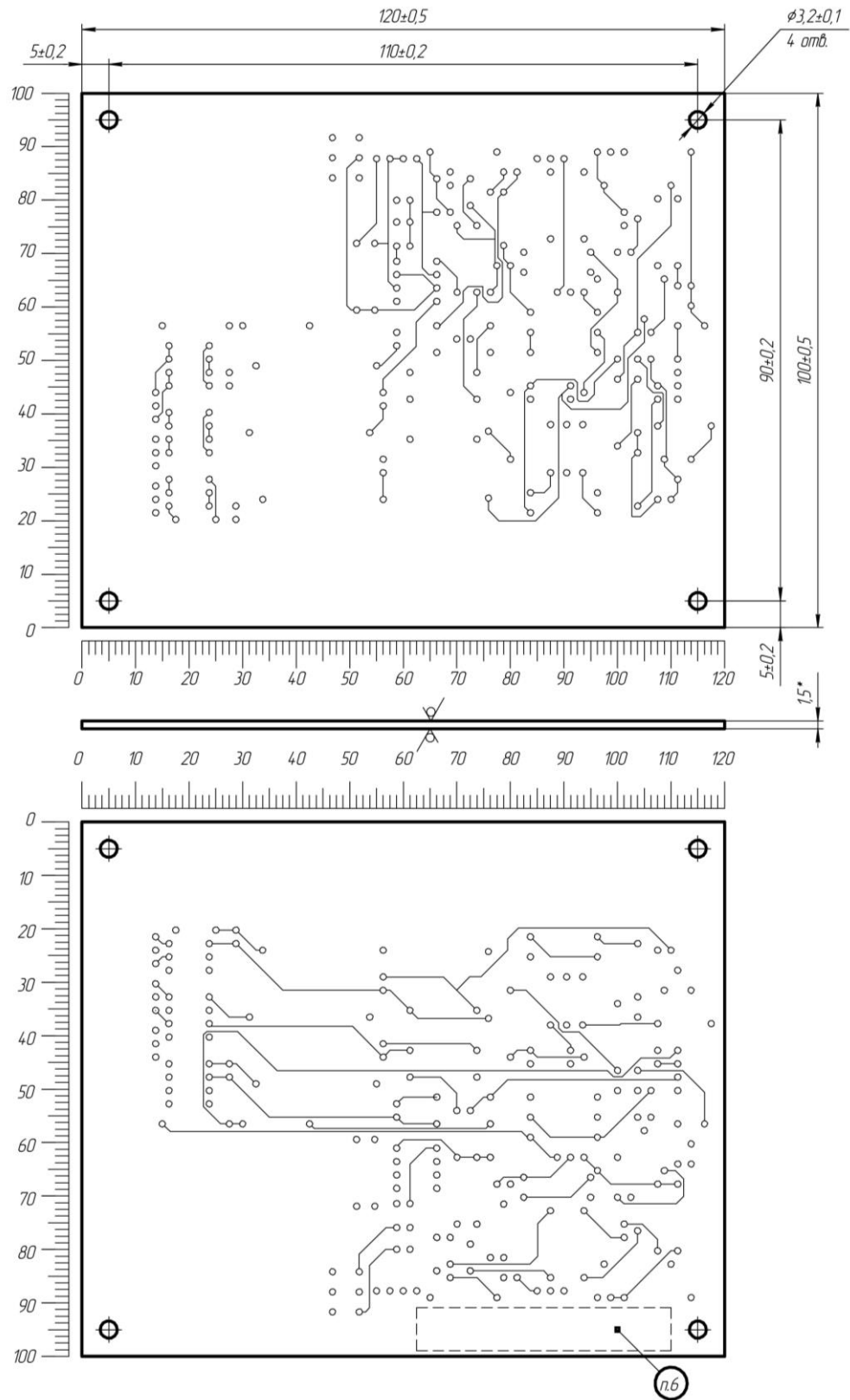


Рис. 1.Г. Топологія друкованої плати

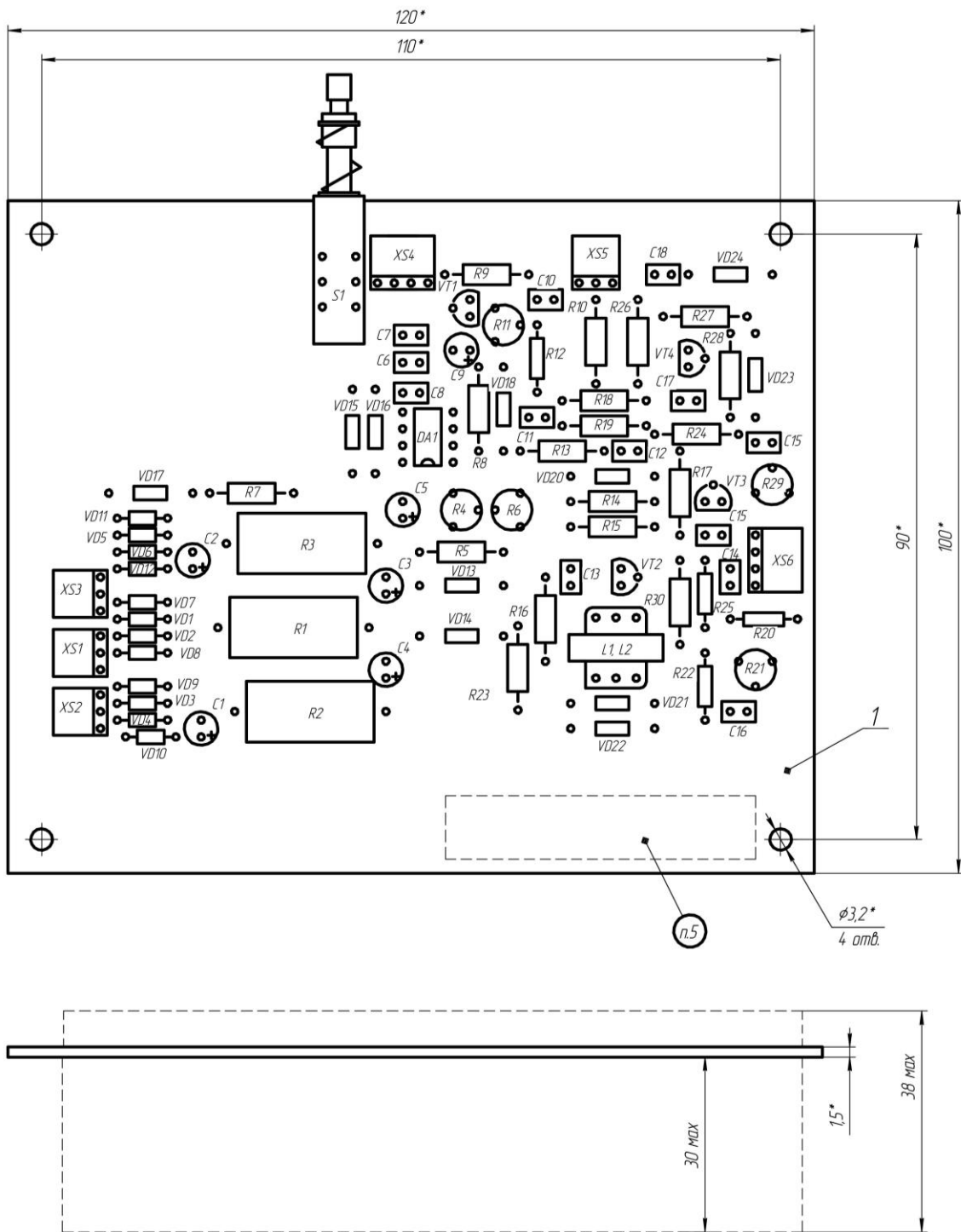


Рис. 2.Г. Компоновка друкованого вузла

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,  
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



**9–10 грудня 2020 року**

**ТЕРНОПІЛЬ  
2020**

<b>Т. Лечаченко</b> ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ВАРТОСТІ НАВЧАННЯ В СИСТЕМІ ДУАЛЬНОЇ ФОРМИ ОСВІТИ	
<b>T. Lechachenko</b> FORMULATION OF THE OPTIMIZATION COST PROBLEM OF TRAINING IN THE SYSTEM OF DUAL FORM OF EDUCATION	178
<b>А. П'єх, Л. Дедів</b> ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОСНУ	
<b>A. Pieh, L. Dediv</b> TECHNICAL MEANS FOR ELECTRIC SLEEP	179
<b>М. Пласконь</b> ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЕЛЬ ІЗ ПВХ МЕМБРАНИ	
<b>M. Plaskon</b> TECHNOLOGICAL FEATURES OF ARRANGEMENT OF ROOFS FROM PVC MEMBRANE	180
<b>А. Рішко, В. Ігнат'єва</b> МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ РЕБРИСТО-КІЛЬЦЕВОГО КУПОЛА	
<b>A. Rishko, V. Ihnatieva</b> MODELING OF RIBBED-CIRCULAR DOME	181
<b>О. Сікора, Р. Макогін</b> СИСТЕМА «ЕЛЕКТРОННИЙ РОЗКЛАД ЗАНЯТЬ» ЯК СКЛАДОВА ВІРТУАЛЬНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ОСВІТИ	
<b>O. Sikora, R. Makogin</b> SYSTEM «ELECTRONIC TIMETABLE» AS A PART VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS	182
<b>В. Стасюк, Л. Дедів</b> ПРИЙОМ ТА ПЕРЕДАЧА БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ ПО РАДІОКАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ	
<b>V. Stasyuk, L. Dediv</b> RECEPTION AND TRANSMISSION OF BIOMEDICAL SIGNALS ON THE RADIO CHANNEL	183
<b>О. Біланчук, І.І Гоч, В. Білун, В. Мендзяк</b> АНАЛІЗ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ	
<b>O. Bilanchuk, I. Hoch, V. Bilun, V. Mendziak</b> ANALYSIS OF THE OPTIMAL OPERATING MODES FOR RECTIFICATION COL	184
<b>В. Дорогій, В. Литовка, В. Пирха</b> АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ПОЛИВУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ	
<b>V. Dorohii, V. Lytovka, V. Pyrkha</b> ANALYSIS OF METHODS FOR CONSTRUCTION GREENHOUSE IRRIGATION SYSTEMS	185
<b>Н. Супрун, Ю. Юркевич, Т. Баріш, М. Гльос</b> ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОЇ РЕКТИФІКАЦІЇ	
<b>N. Suprun, Yu. Yurkevych, T. Barysh, M. Hlos</b> FEATURES OF VACUUM RECTIFICATION	186
<b>О. Фіалка, А. Хильський, Т. Хомик, Ю. Черв'яков</b> ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ БАШТОВО-РОЗПИЛЮВАЛЬНОЇ СУШАРКИ	
<b>O. Fiialka, A. Khytskyi, T. Khomyk, Yu. Cherviakov</b> FEATURES OF THE WORK OF THE TOWER-SPRAY DRYER	187

УДК 615.847

А.Т. П'єх, Л.Є. Дедів, к.т.н., доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОСНУ

UDC 615.847

A.T. Piek, L.Ye. Dedyv, Ph.D., Assoc. Prof.

## TECHNICAL MEANS FOR ELECTRIC SLEEP

Під електросном в області медичної терапії розуміють метод, в ході проведення якого виконується стимуляція головного мозку розрядами електричного струму визначеної форми та параметрів. Як наслідок, це провокує розвиток у людини стану, який є близьким до стану природного сну. Однак, якщо результатом природного сну є фізіологічний відпочинок, то додатково у випадку електросну створюється анагетичний ефект. Цей метод застосовується для лікування значної кількості захворювань.

В основі роботи пристроїв для електросну лежить вплив імпульсним струмом низької частоти, малої тривалості та слабкої сили, що виробляється спеціальним генератором. Таким сигналом, який є ритмічним подразником, виконується вплив на нервові клітини кори головного мозку. Такий вплив, беручи до уваги вчення Павлова, викликає гальмування протікання нервових процесів в клітинах кори півкуль головного мозку. Природний сон викликає такі ж процеси. Для впливу імпульсного струму на головний мозок електроди накладаються на область очних ямок і потиличну частину голови. До очних електродів підводиться негативний полюс (-), а до потиличних електродів – позитивний (+).

Апарати для електросну застосовуються в процесі лікування захворювань, в основі патогенезу яких лежить утворення застійних вогнищ збудження або гальмування в корі півкуль головного мозку, а також порушення нормальних співвідношень корково-підкіркової регуляції соматичних функцій організму. Також такі апарати застосовуються при лікуванні ряду нервово-психічних захворювань, переважно неврозів і реактивних станів, особливо ускладнених порушенням сну. В області терапії апарати для електросну застосовуються при гіпертонічній хворобі, порушеннях ритму серця, гіпотонічній хворобі, початкових формах атеросклерозу і виразкової хвороби шлунка, бронхіальній астмі та інших захворюваннях.

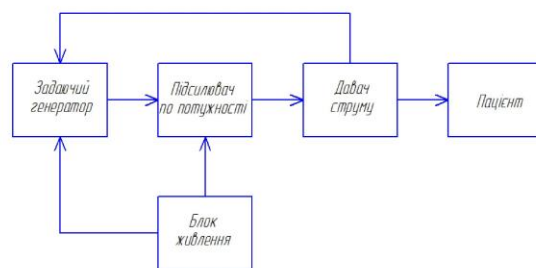


Рисунок 1. Структурна схема апарату для електросну

Структурно, апарат для електросну не є складним та включає в себе генератор сигналів-стимулів відповідної форми, підсилювача по потужності та давача струму для обмеження та контролю значення струму, який протікатиме через електроди в колі пацієнта. Структурна схема типового апарату для електросну наведена на рис. 1.

При цьому актуальним є вибір сфо-технічних рішень виконання окремих блоків та вузлів наведеної на рис. 1 структури апарату для електросну з метою збільшення його функціональних можливостей, зокрема в плані оперативної зміни форми сигналів стимулів, ефективного керування струмом стимулу та відпрацювання аварійних станів для унеможливлення ураження пацієнтів електричним струмом.