

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіотехніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістра

**на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ
ГЕМОАНАЛІЗАТОРА»**

Виконав студент 2-го курсу гр.БМА-18м
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
Матковський С.С.

Керівник к.т.н., доцент Штофель Д.Х.
Рецензент:

Вінниця 2019

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій радіотехніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії
Магістр
163- Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІ
д.т.н., професор
Злепко С.М. _____
«_____» _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студенту
гр. БМА-18м Матковському Сергію Сергійовичу

1. Тема МКР «Дослідження та розробка конструкції гемоаналізатора»
керівник роботи Штофель Д.Х., к.техн. наук, доцент

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02 жовтня” 2019 року
№254.

2. Строк подання студентом роботи 01.12.2019 року.

3. Вихідні дані до роботи Розробити конструкцію гемоаналізатора.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1 огляд медичних основ гемоаналізу ;2. дослідження сучасних гемоаналізаторів та методів гемоаналізу;3 конструкторсько-технологічний розділ; економічний розділ; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): Структурна схема пристрою; Схема електрична принципова; перелік елементів; топологія друкованої плати; складальне креслення друкованої плати; специфікація; моделювання схеми пристрою.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Спеціальна частина	Штофель Д.Х., к.т.н., доцент		
Економічна частина	ст. вик. Кавецький В. В. каф. ЕП та ВМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Березюк О. В. к.т.н., доц. каф. БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	До 20.10.2019
Техніко-економічний аналіз завдання, економічного середовища, обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 01.11.2019
Розв'язання основної задачі	до 15.11.2019
Розробка заходів з охорони праці	до 20.11.2019
Розрахунок техніко-економічних показників	до 25.11.2019
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 01.12.2019
Попередній захист	06.12.2019

Студент _____ Матковський С.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Штофель Д.Х.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В даній МКР досліджується та розробляється конструкція гемоаналізатора, що призначений для кількісного і якісного дослідження кров'яних клітин.

В першому розділі розглянуто теоретичні аспекти та досліджено конструкції гемоаналізаторів, проведено розрахунок доцільності нової розробки у порівнянні з аналогами.

В конструкторсько-технологічному розділі наведено розробку структурної схеми пристрою, зроблено вибір елементної бази, зроблені електричні розрахунки та моделювання окремих блоків пристрою

В економічному розділі визначена собівартість, ціна реалізації і економічний ефект. Також розглянуті питання охорони праці та безпеки праці в надзвичайних умовах.

SUMMARY

This MCR investigates and develops the design of a hemo analyzer designed for quantitative and qualitative research of blood cells.

The first section discusses the theoretical aspects and investigates the designs of hemo analyzers, calculates the feasibility of new development in comparison with analogues.

The design and technological section describes the development of the structural scheme of the device, made the selection of the element base, made electrical calculations and modeling of individual units of the device

The economic section identifies the cost, cost of implementation and economic impact. The issues of occupational safety and health in emergencies are also considered.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕДИЧНИХ ОСНОВ ГЕМОАНАЛІЗУ	7
1.1 Еритроцити.....	7
1.1.2Класифікація морфологічних типів еритроцитів	8
1.2 Лейкоцити	13
1.2.1 Нейтрофіли	13
1.2.2 Еозинофіли	15
1.2.3 Базофіли.....	16
1.2.4 Моноцити.....	17
1.2.5 Лімфоцити	17
1.3 Тромбоцити	19
1.4 Автоматизована мікроскопія.....	20
1.5 Оцінка наукового, технічного та економічного рівня НДР	26
1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	27
1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення	28
2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ГЕМОАНАЛІЗАТОРІВ ТА МЕТОДІВ ГЕМОАНАЛІЗУ	31
2.1 Принцип роботи гематологічних аналізаторів	31
2.2 Реагенти для гематологічних аналізаторів.....	34
2.3 Гематологічні аналізатори GENцS	37
2.4 Автоматичний гематологічний аналізатор "СА-530 MIMER"	39
2.5 Гематологічні аналізатори Coulter Ac T 8, Ac T10	41
2.6 Обґрунтування та вибір аналогу	44
КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	48
3.1 Розробка структурної схеми та опис схеми електричної принципової.....	48
3.1.1 Загальні вимоги до конструкції РЕА.	48
3.1.2 Розробка структурної схеми	49
3.2 Аналіз елементної бази	49
3.3 Компонування присрою	51

3.3.1 Загальні відомості та завдання компоновання.....	51
3.3.2 Розробка різних варіантів конструкції та їх аналіз.....	52
3.3.3 Визначення габаритних розмірів пристрою	54
3.3.4 Визначення маси пристрою	57
2.3.4 Визначення маси пристрою	48
3.3.5 Вибір оптимального варіанту	58
3.4 Розробка конструкції друкованої плати.....	59
3.4.1 Вибір типу друкованої плати.....	59
3.4.2 Вибір класу точності друкованої плати	60
3.4.3 Вибір матеріалу друкованої плати	61
3.4.4 Розрахунок діаметрів контактних площадок	62
3.4.5 Розрахунок ширини провідників	63
3.5 Розрахунок плати на вібростійкість	64
3.6 Аналіз електромагнітної сумісності елементів друкованої плати.....	67
3.7 Трасування друкованої плати	70
3.8 Тепловий розрахунок пристрою.....	72
3.9 Моделювання частини схеми за допомогою програми OrCAD	74
3.10 Аналіз конструкторсько-технологічних характеристик.....	76
3.11 Розробка технології складання пристрою	80
3.11.1 Технологічний процес виготовлення друкованої плати.....	80
3.11.2 Технологія монтажу елементів на друкованій платі	81
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	83
4.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з розробки та дослідження характеристик гемо аналізатора	83
4.2 Розрахунок собівартості виготовлення гемо аналізатора	92
4.3 Розрахунок ціни реалізації гемо аналізатора	98
4.4 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації удосконаленого гемоаналізатора	99
4.5 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника.....	100
Висновки до розділу	101
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	102

5.1 Аналіз умов праці у приміщеннях.....	102
5.2 Санітарно-гігієнічні заходи.....	103
5.2.1 Параметри мікроклімату	103
5.2.2 Вентиляція.....	104
5.2.3 Освітлення.....	105
5.2.4 Шум	106
5.3 Заходи по забезпеченні техніки безпеки.....	107
5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	108
5.5 Розрахунок кондиціювання повітря	109
5.6 Оцінка безпеки роботи гемоаналізатора до дії загрозливих чинників НС.....	111
5.6.1 Оцінка безпеки роботи гематологічного аналізатора в умовах дії іонізуючих випромінювань.....	112
5.6.2 Оцінка безпеки роботи в умовах дії електромагнітного імпульсу	114
5.6.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи гемоаналізатора в умовах дії надзвичайних ситуацій.....	115
ВИСНОВКИ	117
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ.....	118
ДОДАТКИ	120

ВСТУП

Мета МКР- на основі аналізу гемоаналізаторів та виданої схеми електричної принципової дослідити та розробити конструкцію гемоаналізатора, що задовольняє вимогам індивідуального завдання.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів гематологічного аналізу;
- провести вибір та аналіз елементної бази;
- розробити друковану плату та оптимальний корпус для даної конструкції;
- провести розрахунки технологічності, розробленого пристрою та розробити технологію складання пристрою.

Гемоаналізатор – прилад (комплекс устаткування), призначений для проведення кількісних і якісних досліджень крові в клініко-діагностичних лабораторіях. Може бути автоматичним або напівавтоматичним. Він є ефективним в надзвичайних ситуаціях при пошкодженні фізіологічного стану організму людини.

Автоматичний геманалізатор тобто аналізатор гематологічний, спеціально розроблений для клінічних лабораторій і є повністю автоматизованим приладом. Сучасні автоматичні аналізатори здатні обробляти десятки зразків в годину, з відповідної специфікації точністю і відтворюваністю, а також зберігати результати тестів у вбудованій пам'яті і, при необхідності, роздруковувати їх на вбудованому термопринтері.

Напівавтоматичний гематологічний аналізатор має ті ж переваги, що і автоматичний аналізатор. Єдиною відмінністю є лише обов'язкова присутність оператора.

Кожен гематологічний аналізатор, як правило, розрахований на свою власну реагентну систему, проте між ними є багато спільного. Основними складовими комплектів реагентів для гематологічних аналізаторів є:

- ізотонічний розчинник;
- розчин, що лізирує;

промиваючий розчин(після кожної проби);
промиваючий розчин(для глибокого очищення системи);
очищаючий розчин(для екстреного очищення датчика і/або сервісних робіт).

Для проведення гематологічного аналізу може використовуватися капілярна і венозна кров. Рекомендується використання венозної крові, оскільки при узятті з вени клітини крові менш схильні до механічної дії і виключається попадання сторонніх домішок.

Усі фахівці визнають зручності при роботі з кров'ю, узятою за допомогою закритої пробірки з вакуумом(наприклад, Вакуети). Автоматизація при поданні пробірок в геманалізатор розрахована якраз на стандартні вакуумні пробірки. Деякі аналізатори мають можливість(іноді це вимагає додаткового замовлення) працювати з такими пробірками, не відкриваючи кришки.

Ще одна перевага спеціально призначених для гематологічного аналізу пробірок(як для венозної крові, так і для капілярної) ця наявність в них вже готового концентрату антикоагулянта. Оскільки антикоагулянт повинен добре перемішатися з кров'ю, а цього дуже важко добитися в мікрооб'ємах, то самі дрібно об'ємні з пробірок, що випускаються, для капілярної крові розраховані не менше чим на 200 мкл.

Об'єктом МКР – процес проведення дослідження зразків крові.

Предметом МКР є гемоаналізатор.

Завданням МКР є:

1. Провести аналітичний огляд питання та дослідити гемоаналізатори.
2. В конструкторсько-технологічній частині проекту здійснити розрахунок конструктивних параметрів пристрою, тепловий розрахунок і розрахунок надійності, обрати оптимальний варіант конструкції та здійснити моделювання підсилювача у програмі Diptrase 2.4.
3. В економічній частині провести розрахунок техніко-економічних показників.
4. Провести розробку заходів з охорони праці та цивільної оборони.

- **Достовірність теоретичних положень.** Магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням алгоритмів та методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою розроблених у роботі методів, з відомими.

1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕДИЧНИХ ОСНОВ ГЕМОАНАЛІЗУ

Кровотворна тканина являє собою динамічну, постійно оновлювану систему, механізми регуляції якої діють в основному за принципом зворотного зв'язку. Будь-яке відхилення цієї системи від стану динамічної рівноваги, в якому вона знаходиться, веде до тяжких наслідків для всього організму.

При різних видах патологій клітинний склад периферичної крові змінюється, що має важливе діагностичне значення.

1.1 Еритроцити

Зміни, що відбуваються з еритроцитами периферичної крові, можна розділити на 3 групи:

1. Порушення форми еритроцитів: поява атипових клітин (пойкилоцитоз).
2. Зміна розмірів клітин: збільшення або зменшення середнього діаметра (макро- і мікроцитоз), збільшення дисперсії (анізоцитоз).
3. Зрушення в змісті внутрішньоклітинного гемоглобіну в еритроцитах (МСН): збільшення і зменшення середнього (гіпер- і гіпохромія), збільшення дисперсії (анізохромія).

Ці категорії можуть бути як ізольованими, так і виступати в будь-яких поєднаннях. Для діагностики анемії, особливо в початковій стадії, необхідно кількісно оцінити всі групи можливих змін. Пойкилоцитоз досить легко виявляється при візуальній дослідженні мазка крові лікарем-лаборантом. Але цей метод не можна вважати адекватним для оцінки анізоцитозу і анізохромії, що обумовлено двома обставинами. По-перше, око людини погано аналізує кількісні ознаки (такі, як діаметр і оптична щільність), що, поряд з необхідністю дати усереднену оцінку по великому числу клітин, є причиною невоспроизводимости при повторному дослідженні. По-друге, система бальних оцінок анізоцитозу не може бути стандартизована, і тому градація оцінок відрізняється у різних експертів.

Нормальний еритроцит, являє собою двоввігнутий диск із середнім діаметром 6.8-8.8 мкм в висушеному препараті і 8.3-8.7 мкм у вологому. Товщина клітини h змінюється від 1.7-2.5 мкм в сухому до 1.5-1.7 мкм у вологому препараті. Площа поверхні клітини становить 128-160 мкм², а обсяг - 76-96 мкм³. З точки зору оптики можна вважати, що еритроцит складається з двох фаз з різним коефіцієнтом заломлення: мембрани еритроцита, оптичні властивості якої визначаються насамперед подвійним ліпідним шаром (які мають товщину близько 7 нм. І показник заломлення близько 1,46) і цитоплазми, оптично досить однорідною, з показником заломлення 1,40. Внесок мембрани в діаграму розсіювання становить не більше 1% в типовому випадку і не більше 2% в найгіршому випадку малих еритроцитів з низькою концентрацією гемоглобіну. Тому при фотометриці еритроцитів впливом мембрани на оптичну щільність можна знехтувати, і вважати еритроцит складається тільки з гемоглобіну. Середній вміст гемоглобіну в еритроциті становить 27-35 пг.

1.1.2 Класифікація морфологічних типів еритроцитів

Серед різноманіття факторів, що визначають форму еритроцита, можна виділити наступні:

1. Система мембранних білків, званих цитоскелетом.
2. Хімічний склад ліпідної компоненти мембрани, і можлива неоднорідність його вздовж мембрани.
3. Концентрація іонів, АТФ, рО₂.
4. Електростатичні фактори: поверхневий заряд мембрани і стан іонізації білків цитоскелету
5. Стан молекул гемоглобіну.
6. Внутрішньоклітинні структури.

Мабуть, найважливішу роль в підтримці структурної цілісності і нормальної форми еритроцита грає цитоскелет. При екстракції цитоскелета з тіней

еритроцитів під дією розчинів з низькою іонною силою мембрана фрагментується на дрібні бульбашки. Еритроцити мишей, схильних до сфероцитарної гемолітичної анемії, мають дефіцит спектрина, причому тяжкість захворювання пропорційна цього дефіциту. При введенні всередину дефектних клітин спектрина механічні властивості нормалізуються. При обробці патологічні еритроцити пацієнтів зі спадковим еліптоцитозом і піропойкілоцитозом дають скелети з формою тих клітин, з яких вони отримані. З іншого боку, при серповидно-клітинної анемії і абеталіпопротеїнемії скелети, отримані з патологічних клітин мають нормальну форму. Точно також скелети ехіноцитів, утворених за рахунок зміни іонної сили мають нормальну форму. Таким чином, можна зробити висновок, що при оборотних трансформаціях клітини форма цитоскелета не змінюється. З іншого боку, ізольована ліпідна мембрана може бути досить міцною: навантажені гемоглобіном ліпосоми можуть бути стійкими, циркулюючи в крові протягом 2-3 днів. Використання інформації про механізми ушкодження дозволяє зробити класифікацію еритроцитів [5].

1. Нормальні еритроцити.

1.1. Діскоцитів.

2. Оборотні форми.

В даному випадку основним чинником, що викликає трансформацію нормальних еритроцитів є іонний склад, навколишнього еритроцит середовища. Ці форми також можуть з'являтися як перехідні в процесі старіння еритроцита [6].

2.1. Ехіноцити - сферичні клітини, на по поверхні яких досить регулярно розташовується 30-50 спікул. При цьому відношення поверхні до об'єму залишається нормальним. Трансформація діскоцит-ехіноцеї в початковій стадії оборотна.

2.2. Стоматоцити: еритроцити у вигляді "спущеного м'яча". Залежно від положення в мазку крові виглядають як округлі клітини з великим щілиновидним пеллором, або як "шлемовідние" клітини. *In vitro*

утворюються під дією досить різноманітних факторів: низького рН, не проникають аніонів, катіонних детергентів, хлорпромазину, примахіна, винбластіна. При спадковому стоматоцитоз причиною є підвищена проникність мембрани для натрію і калію.

3. Необоротно змінені клітинні форми.

Наведемо відомості про деякі, як правило клінічна значимість яких вважаються загальноновизнаними. Більшість з перерахованих нижче форм зберігає здатність зазнавати вищеописані оборотні зміни форми. Наприклад, під впливом ехіноцітогенних і стоматоцітогенних речовин еліптоцити (див. Нижче) подібно нормальним клітинам здатні трансформуватися в ехіноцити (вірніше в ехіноеліптоцити, так як немає можливості повернення до нормальної форми) і стоматоцити (стоматоеліптоцити).

3.1. Клітини, поява яких пов'язана з порушеннями в синтезі гемоглобіну і зберігають дискоїдний форму.

3.1.1. Мікроцити, що зберігають нормальну форму, але з діаметром менше 6.8 мкм, "гіпохромні" клітини і лептоцити - тонкі клітини з нормальним діаметром важко розділити на окремі класи. Всі ці клітини мають зменшений обсяг (MCV) і кількість гемоглобіну (MCH). Основним фактором виявляється порушення синтезу гемоглобіну, що характерно при залізодефіцитній анемії, анемії при хронічних хворобах, а також деяких гемоглобінопатиях.

3.1.2. Макроцит - клітина зі збільшеним діаметром (> 8.8 мкм) і об'ємом (> 110 мкм³). Поява макроцитів спостерігається при посиленому еритропоезі, В12 і фолієвої-дефіцитних анеміях. В останньому випадку порушення синтезу ДНК при нормальному синтезі РНК і білка призводить до затримки клітинного ділення [31]; середній вміст гемоглобіну в клітині збільшується (> 40 пг). Збільшення обсягу клітини зазвичай завжди паралельно зі збільшенням внутрішньоклітинного гемоглобіну. Площа пеллора зменшена або

його взагалі немає, макроцит часто має овальну форму. При посиленому еритропоезі макроцити мають звичайну круглу форму.

3.2. Клітини, форма яких змінена за рахунок присутності патологічної форми гемоглобіну.

3.2.1. Серповидні клітини - характерні для серповидно-клітинної анемії, містять гемоглобін S, здатний полімеризуватися і деформувати мембрану, особливо при низькому рО₂.

3.3. Клітини з первинним порушенням функції ліпідного компонента мембрани.

3.3.1. Тонкі макроцити (планоцити) характеризуються збільшеним діаметром і нормальним об'ємом. Форма їх зазвичай кругла, а область пеллора збільшена. Часто зустрічаються разом з мішеневідними клітинами. Вміст холестеролу і лецитину в мембрані збільшено. Спостерігаються при хворобах печінки, алкоголізмі, після спленектомії.

3.3.2. Кодоцити або мішеневідні клітини (target cells). Площа поверхні збільшена за рахунок надлишкового включення холестеролу. Особливо часто з'являються при обструктивній жовтяниці (до 75% всіх клітин). Також зустрічаються при таласемії, гемоглобінопатіях С і S, залізодефіцитній анемії.

3.3.3. Акантоцити - клітини з множинними нерегулярно розташованими виростами, які на відміну від ехіноцитів не здатні до повернення в нормальний стан при приміщенні в свіжу плазму. Подібні клітини сфероїдальних, без пеллора (цим терміном називають просвітлення в центрі зображення клітини), мають від 3 до 12 спікул з булавовидними розширеннями на кінцях. Довжина і товщина спікул сильно варіює. Обсяг, площа поверхні, вміст гемоглобіну зазвичай нормальні.

3.3.4. Дакріоцити або каплевидні клітини (tear drop cells) - на відміну від акантоцитів мають одну велику спікули і часто містять включення -

тільце Гейнца. Зазвичай є мікроцітов. Особливо часто з'являються при мієлофіброзі.

3.4. Клітини з порушеннями білків транспортних систем (первинно - порушення транспортної функції мембрани)

3.4.1. Ксероцити - ущільнені зневоднені клітини нерегулярної форми. Характерні для спадкової хвороби сімейного ксероцитоза.

3.5. Клітини з порушеннями білків спектрінової мережі (порушення механічної функції мембрани)

3.5.1. Мікросфероцити - специфічні клітини для спадкового мікросфероцитоза (анемії Шоффара-Маньківського). Порушення спектрини призводить до нестійкості мембрани. Виявлення їх на мазках крові іноді вимагає великої ретельності [47].

3.5.2. Сфероцити - зазвичай представляють термінальну стадію, в яку переходять ехіноцити, акантоцити і стоматоцити при незворотному пошкодженні і природному старінні [6].

3.5.3. Еліптоцити в нормі складають менше 1% всіх клітин, а при анеміях (таласемія, залізодефіцитна і мегалобластна анемія) їх зміст доходить до 10%.

3.6. Клітини, поява яких обумовлена аутоімунними механізмами.

3.6.1. "Укушені" клітини (дегмацити), ексцентроцити і півтіні. При впливі солей важких металів (в основному свинцю), органічних сполук змінюються антигенні властивості еритроцитів і він стає мішенню для макрофагів, які "відкушують" частина клітини. При цьому часто спостерігаються тільця Гейнца.

3.6.2. Шізоцити - дрібні, з діаметром менше 4 мкм., Клітини нерегулярної форми. Зустрічаються при гемолітичній анемії.

1.2 Лейкоцити

Лейкоцити є основною антимікробної захистом організму. У периферичної крові дорослої здорової людини в умовах спокою натщесерце в середньому міститься $4 - 9 \cdot 10^9$ л лейкоцитів. Лише 20% лейкоцитів циркулює в крові, близько 50% знаходяться в тканинах, а 30% в кістковому мозку.

У цю різномірну групу "захисту" входять основні Ефектори імунних і запальних реакцій. Беручи участь у виникненні і розвитку фізіологічної запальної реакції, лейкоцити відіграють важливу роль і при патологічному запаленні, наприклад при аутоімунних захворюваннях. [1]

Термін "лейкоцит" більше відноситься до зовнішнього вигляду клітин (leucos з грец. - білий) в зразку крові після центрифугування. Лейкоцити є гетерогенною групою клітин, які можна класифікувати за походженням (міелоїдний або лімфоїдні) і по їх функції (фагоцити або імуноцити). У клінічній практиці лейкоцити зазвичай групують відповідно до морфологією клітинного ядра (поліморфноядерні або мононуклеарні) або за наявністю цитоплазматических включень (гранулоцити).

Вони циркулюють в крові кілька годин, а потім переміщуються в тканини. Клітини білої крові діляться на гранулоцити (нейтрофіли, еозинофіли, базофіли) і агранулоцити (лімфоцити, моноцити). Виділяють нейтрофільні, еозинофільні, базофільні лейкоцити. Ці види лейкоцитів при мікроскопной зернистості не мають.

1.2.1. Нейтрофіли

Нейтрофіли є найбільшу групу циркулюючих лейкоцитів.

Нейтрофіли становлять від 93 до 96% всіх гранулоцитів, а їх загальна кількість в крові дорослої людини коливається в межах $3 \cdot 10^{12}$. Розмір клітин коливається в межах 10-12 мкм. При фарбуванні по Райту-Гімзою виявляється, що більшу частину клітини займає блідо-рожева цитоплазма з рясною нерівномірною дрібною зернистістю, пофарбованої в рожево-синій або

фіолетовий колір.

У нормі в крові виявляють паличкоядерні і сегментоядерні нейтрофіли. Ядро паличкоядерних нейтрофіла має форму зігнутої палички (стрічки) і в тонких місцях містить компактні безперервні нитки базохроматіна. У Сегментоядерние нейтрофіла ядро розділене на окремі сегменти різної величини і форми, які пов'язані оболонкою ядра. Базохроматін зазвичай накопичується в окремі грубі грудочки, переважно по його периферії, фарбуючи ядро в темно-фіолетовий колір. Кількість сегментів у Сегментоядерние нейтрофіла частіше коливається від 2 до 5. Нейтрофіли з великою кількістю сегментів (8-12 і більше), так звані полісегментірованних, зустрічаються при патології (перніціозна анемія, лейкози і ін.).

Функція нейтрофілів полягає в захисті організму від інфекції. Цей процес включає хемотаксис, фагоцитоз і знищення мікроорганізмів. Хемотаксис передбачає здатність до виявлення і цілеспрямованого руху у напрямку до мікроорганізмам і вогнищ запалення. Нейтрофіли просуваються до вогнищ запалення по градієнту хемотаксиса. Нейтрофіли розпізнають чужорідні організми за допомогою рецепторів до опсоніни (термін взятий з грецької мови і означає "підготуватися до обіду"). Фіксація сироваткового IgG і комплекменту на бактеріях робить їх розпізнаваними для гранулоцитів. Нейтрофіл має рецептори для Fc-фрагмента молекули імуноглобуліну і продуктів каскаду комплекменту. Ці рецептори ініціюють процеси захоплення, поглинання і адгезії сторонніх об'єктів.

Нейтрофіли поглинають опсонізовані мікроорганізми за допомогою цитоплазматичних пухирців, які називаються фагосомах. Ці бульбашки просуваються від складчастих псевдоподий і зливаються з первинними і вторинними гранулами за рахунок енергетично залежної процесу, під час якого в фагоцитах відбувається вибухова активація гліколізу і глікогенолізу. При дегрануляції клітини вміст гранул викидається в фагосому і виділяються ферменти деградації.

Нарешті, нейтрофіли руйнують бактерії, метаболізуючись кисень з

утворенням продуктів, токсичних для поглинених мікроорганізмів.

Активні форми кисню токсичні: як для мікроорганізму, так і для самої клітини. Але завдяки тому, що вони локалізовані в фагоцитарної вакуолі, ураження інших компартментів клітини незначно.

Поряд з виробленням токсичних активних форм кисню нейтрофіл володіє і іншими механізмами (способами) бактерицидної дії: згубна для мікроорганізмів кисле середовище фагосоми; лізоцим, гідролізується борошно-пептидну клітинну стінку деяких бактерій; виробляються в фагосомі бактерицидні білки (дефензіни і перфоріни), що змінюють проникність мембран клітин-мішеней.

1.2.2 Еозинофіли.

Еозинофіли складають від 0,5-5% циркулюючих лейкоцитів. Розмір клітин і ядерно-цитоплазматичне співвідношення такі ж, як у нейтрофілів. Діаметр еозинофілів 10-15 мкм. Ставлення в ядрі між базі- і оксіхроматіном ідентично таким же відношенню до ядрі нейтрофілів, але ядро еозинофілів пухке і забарвлюється блідіше. Еозинофіли мають двухдольчатое ядро, в окремих випадках містять полісегментірованних ядра, і цитоплазму, заповнену чітко видимими великими круглої форми гранулами, що здобувають жовтувато-червоний колір після фарбування по Райту - Гімзою. З усіх зрілих гранулоцитів еозинофіли найбільш інтенсивно фарбуються пероксидазою, це пояснюється їх основним білковим вмістом.

Відомо, що гранули містять кілька катіонних білків: еозінафільний катіон протеїн (ЕСР), головний основний протеїн (МБР), еозінафільний нейтроксін (EDN) та інші речовини. Білки виконують ряд функцій. Так, МБР зв'язується з мембраною деяких паразитів, розриваючи її. ЕСР є потужним токсином для паразитів, викликає розрив і фрагментацію їх мембран; пов'язує і нейтралізує гепарин, пригнічує поділ лімфоцитів. EDN може викликати неврологічні прояви у хворих з гіпереозінофільний синдромом і еозинофілією церебральною

рідини. Єдиною відомою його функцією є нейротоксичність при внутрішньомозковому введенні.

Таким чином, еозинофіли виконують такі функції: механізм захисту проти личинкових стадій паразитарних інфекцій; є модуляторами реакцій гіперчутливості.

1.2.3. Базофіли

Базофіли - це найменш численна група циркулюючих гранулоцитів: кількість циркулюючої крові невелика - близько 0,5% всіх лейкоцитів, час їх циркуляції не перевищує 12-15 ч. Діаметр клітини 10-12 мкм.

Базофіли дещо менше сегментоядерних нейтрофілів. Цитоплазма забарвлюється в блідо-рожевий або фіолетовий колір. У ній є зерна різної величини, оточені в інтенсивно фіолетовий колір. При фарбуванні мазка частина зерен розчиняється в воді, що особливо проявляється у сегментоядерних форм, тому в пофарбованому препараті базофіли нерідко виглядають розмитими, дифузно пофарбованими у фіолетовий колір, і тільки де-не-де в них видно поодинокі збережені зерна.

Ядро сегментоядерних базофілів порівняно велике, темно забарвлене, безструктурне, розпливчасте. Сегментоядерні базофіли відрізнити від паличкоядерних форм здебільшого неможливо через велику кількість зернистості, що покриває ядро.

У великих цитоплазматичних гранулах базофілів містяться сульфатовані або карбоксильовані кислі білки, такі як гепарин, які купують синій колір при фарбуванні по Райту-Гімзою. Базофіли опосередковують алергічні реакції, особливо ті з них, які базуються на IgE-залежних механізмах. Вони експресують IgE-рецептори і при відповідній стимуляції звільняють гістамін. Базофільні лейкоцити беруть участь в алергічних реакціях.

1.2.4. Моноцити

Моноцити складають від 3 до 11% циркулюючих клітин крові (200-600 в 1 мл). Це найбільші клітини крові, розміром від 12 до 20 мкм.

Відносяться до групи агранулоцити. Ядро займає більшу або рівну з цитоплазмою частина клітини. Воно може бути бобовидним або мати форму метелики, гриба і т.п. Містить ніжно-сітчастий хроматин. Ядро забарвлюється в червонувато-фіолетовий колір. Цитоплазма забарвлюється в димчастий або синювато-димчастий, а іноді синій колір і часто містить у великій кількості дрібну азурофільну зернистість.

Моноцити - довгоживучі, рухливі клітини, які поглинають і перетравлюють бактерії, загиблі клітини, дрібні чужорідні частинки. Через цих властивостей моноцити називають макрофагами. В селезінці макрофаги відповідальні за утилізацію сенсibiliзованих і старіючих еритроцитів. Беруть участь в реакціях імунітету: макрофаги відіграють важливу роль в процесингу і поданні антигенів лімфоцитів. Продукування ними цитокінів та інтерлейкінів, інтерферонів і компонентів комплементу сприяє координації складних взаємодій в інтегрованому імунній відповіді.

1.2.5. Лімфоцити

Лімфоцити містяться у великій кількості в крові - 18-40% всіх лейкоцитів (1200-3000 в 1 мкл крові) [2]. Переважають в лімфі і відповідальні за імунітет. В організмі дорослої людини їх число досягає $6 \cdot 10^{12}$. Лімфоцити не мають специфічної зернистості, тому їх називають незернистими лейкоцитами. Всі лімфоцити мають сферичну форму, але відрізняються один від одного розмірами. Розрізняють малі, середні та великі лімфоцити. Діаметр середніх і великих - 10 - 13 мкм. Структура ядра груба, частіше складається з грубих грудок базіхроматіна і невеликої кількості оксіхроматіна, створюючи враження глибокого. Ядро забарвлюється в темно-або світло-фіолетовий колір,

в ньому іноді виявляються невеликі світлі ділянки, що імітують ядрця. Цитоплазма лимфоцита світло-синя з проясненням навколо ядра.

Лімфоцити координують і здійснюють імунну відповідь. Поділяються на дві основні категорії: В-клітини і Т-клітини - і кілька менш численних класів, наприклад природні ("натуральні", нормальні) клітини-кілери. Підгрупи лімфоцитів відрізняються за місцем їх утворення і ефекторним молекулам, які вони експресують, але мають загальну властивість - здатність опосередковувати високоспецифічного антигенний відповідь.

Лімфоцити розглядаються, як клітини - носії імунологічної пам'яті і попередників антітелобрауючих клітин. Вважається, що лімфоцити є центральною ланкою у формуванні специфічних імунних реакцій. Вони виробляють і доставляють антитіла при реакціях відторгнення чужорідних тіл і при місцевих алергічних реакціях.

Крім імунної функції, лімфоцити виконують функцію постачання відновлюються тканин пластичними речовинами.

Деяка кількість лімфоцитів бере участь в фагоцитозі сторонніх тіл. Час життя лимфоцита - від 15 днів до декількох місяців. [7]

Співвідношення різних видів лейкоцитів, що циркулюють в периферичній крові, носить назву лейкоцитарної формули (табл. 1).

Лейкоцитарна формула є величиною постійною, її відхилення від норми є наслідком зміни змісту окремих видів лейкоцитів, що служить діагностичним ознакою при різних захворюваннях.

Нормальні показники і межі коливань вмісту лейкоцитів в крові, що входять в лейкоцитарну формулу дорослих людей, зведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Нормальні показники лейкоцитарної формули дорослих людей.[8]

Показники	Середня величина в нормі	Межі коливань в нормі	Межі коливань при патологіях	Відносна похибка підрахунку % -го кількості
Лейкоцити в 1 мкл кро-ві / загальна кількість лейкоцитів	6400	4000 - 8800	-	- / 6
Нейтрофіли, %:				
- сегментоядерні	59,5	47 - 72	0; 90	2
- паличкоядерні	3,5	1 - 6	-	8
Еозинофіли, %	2,8	0,5 - 5	0; 80	10
Базофіли, %	0,5	0 - 1	0; 5	-
Лімфоцити, %	25,0	19 - 37	0; 99	4
Моноцити, %	7,0	3 - 11	0; 30	7

1.3Тромбоцити

Тромбоцити, або кров'яні пластинки - плоскі клітини неправильної округлої форми діаметром 2 - 5 мкм. Тромбоцити людини не мають ядер. Кількість тромбоцитів в крові людини становить $180 - 320 \times 10^9 / л$, або 180 000 - 320 000 в 1 мкл. Мають місце добові коливання: вдень тромбоцитів більше, ніж вночі. Збільшення вмісту тромбоцитів в периферичній крові називається тромбоцитозом, зменшення - тромбоцитопенією.

Головною функцією тромбоцитів є участь в гемостазі. Тромбоцити здатні прилипати до чужорідної поверхні (адгезія), а також склеюватися між собою ~ агрегація) під впливом різноманітних причин. Тромбоцити продукують і виділяють ряд біологічно активних речовин: серотонін, адреналін, норадреналін, а також речовини, що отримали назву пластинчастих факторів згортання крові. Тромбоцити здатні виділяти з клітинних мембран арахідонову кислоту і перетворювати її в тромбоксани, які, в свою чергу, підвищують агрегаційну активність тромбоцитів. Ці реакції відбуваються під впливом ферменту циклооксигенази. Тромбоцити здатні до пересуванню за рахунок утворення псевдоподій і фагоцитозу чужорідних тіл, вірусів, імунних

комплексів, тим самим, виконуючи захисну функцію. Тромбоцити містять велику кількість серотоніну і гістаміну,

Тромбоцити утворюються в червоному кістковому мозку з гігантських клітин мегакаріоцитів. Продукція тромбоцитів регулюється тромбоцітопоетинами. Тромбоцітопоетини утворюються в кістковому мозку, селезінці, печінці. Розрізняють тромбоцітопоетини короткочасного і тривалої дії. Перші посилюють відщеплення тромбоцитів від мегакаріоцитів і прискорюють їх надходження в кров. Другі сприяють диференціюванню і дозрівання мегакаріоцитів.

Активність тромбоцітопоетинів регулюється інтерлейкіну (ІЛ-6 та ІЛ-11). Кількість тромбоцітопоетинів підвищується при запаленні, незворотною агрегації тромбоцитів, Тривалість життя тромбоцитів становить від 5 до 11 днів. Руйнуються кров'яні пластинки в клітинах системи макрофагів.

1.4 Автоматизована мікроскопія.

Розвиток техніки мікроскопії йде за напрямком підвищення якості зображень об'єктів, автоматизації операцій управління мікроскопом і автоматизації аналізу зображень і репарату. Хоча рівень автоматизації в представлених на ринку мікроскопах дуже різноманітний, в цілому за цим критерієм сучасні мікроскопи можна розділити на кілька груп.

Основна представлена на російському ринку частину мікроскопів все ще відноситься до групи традиційних мікроскопів з ручним керуванням і відсутністю автоматичного аналізу. Мікроскопи цього типу залишають за лаборантом в повному обсязі відповідальність за умови спостереження, вибір об'єктів, результати аналізу.

Методики ручного мікроскопічного аналізу експлуатують чудові властивості очей людини миттєво розпізнавати співвідношення форми, відтінків, текстури складних мінливих об'єктів. Лікар дізнається клітини без їх

вимірювання, на основі якісних характеристик. Якщо досліджуваних клітин багато, а вимоги до точності аналізу невеликі (вибірка в 100-200 клітин), то такий аналіз на «впізнання» (наприклад, підрахунок лейкоформули) при наявності достатнього числа досвідчених лікарів-лаборантів може виконуватися в масовому порядку. Значно гірше справляються очі людини з диференціальним підрахунком більш представницьких вибірок клітин (500) і тим більше з великою кількістю вимірювань (наприклад, такі недоступні проточним гемоаналізаторам аналізи як визначення індексу овалоцитоз еритроцитів, підрахунок Ag-NOR міток лімфоцитів). Вельми важкі психологічно і фізично для людини також завдання пошуку рідкісних клітин, підрахунку складних диференціальних формул, акуратного перегляду великих просторів препарату (наприклад, підрахунок формул при цитопенії, підрахунок патологічних типів еритроцитів). Дуже важкі і шкідливі для очей лікаря аналізи з підрахунком флуоресціюючих міток (наприклад, підрахунок субпопуляції мічених FITC лімфоцитів). Тому що домінувала до останнього часу ручна мікроскопія навіть при високій кваліфікації лікаря-лаборанта важка, суб'єктивна і обмежена за своїми реальним можливостям. Далеко не вся присутня в цитологічному препараті діагностична інформація може бути залучена очима лікаря. підрахунок формул при цитопенії, підрахунок патологічних типів еритроцитів). Дуже важкі і шкідливі для очей лікаря аналізи з підрахунком флуоресціюючих міток (наприклад, підрахунок субпопуляції мічених FITC лімфоцитів). Тому що домінувала до останнього часу ручна мікроскопія навіть при високій кваліфікації лікаря-лаборанта важка, суб'єктивна і обмежена за своїми реальним можливостям. Далеко не вся присутня в цитологічному препараті діагностична інформація може бути залучена очима лікаря. підрахунок формул при цитопенії, підрахунок патологічних типів еритроцитів). Дуже важкі і шкідливі для очей лікаря аналізи з підрахунком флуоресціюючих міток (наприклад, підрахунок субпопуляції мічених FITC лімфоцитів). Тому що домінувала до останнього часу ручна мікроскопія навіть при високій кваліфікації лікаря-лаборанта важка,

суб'єктивна і обмежена за своїми реальним можливостям. Далеко не вся присутня в цитологічному препараті діагностична інформація може бути залучена очима лікаря. суб'єктивна і обмежена за своїми реальним можливостям. Далеко не вся присутня в цитологічному препараті діагностична інформація може бути залучена очима лікаря. суб'єктивна і обмежена за своїми реальним можливостям. Далеко не вся присутня в цитологічному препараті діагностична інформація може бути залучена очима лікаря.

До другої групи можна віднести так звані «комп'ютерні» або «цифрові» мікроскопи, в яких зображення поля зору за допомогою відеокамери або цифрового фотоапарата передається в комп'ютер і піддається в ньому програмної обробці різного роду «системами аналізу зображень».

У такій системі лаборант несе відповідальність за вибір об'єктів і за умови спостереження, здійснюючи операції управління процесом мікроскопії. Системи аналізу зображень (ДАІ) часто сумісні з мікроскопами, відеокамерами, фрейм-граббер, комп'ютерами різних типів, що дозволяє купувати їх окремо. Оскільки введення зображень в комп'ютер є приналежністю всіх сучасних систем мікроскопії, будемо називати системи цього типу «діалоговими» (ДСМ), підкреслюючи обов'язкову участь лаборанта в зборі вибірки об'єктів для аналізу. Велику групу становлять універсальні ДСМ, призначені для будь-яких об'єктів. У разі об'єктів з чіткими кордонами ДСМ може автоматично виконувати вимірювання і кількісний аналіз відібраних лаборантом або всіх об'єктів поля зору. випадку нечітких кордонів розміри або межі визначаються в діалозі. ДСМ здійснює стандартні операції інформатизації (галереї кадрів, база даних, друк, інтернет та ін.). Типовими прикладами є VISILOG (Noesis Vision) і KS 400 (Zeiss). Ступінь автоматизації аналізу введеного кадру тим вище, чим більше спеціалізована ДСМ під конкретний аналіз або біоматеріал. Приклади спеціалізованих ДСМ і САІ: для флуоресцентного аналізу MetaMorph (Universal Imaging), для телемедицини PACS (Siemens medical Systems), для цитогенетики Q550CW (Leica), для кількісної цитології і гістології МЕКОС-Ц (МЕКОС), для 3-х мірної реконструкції Denso (Denso) і ін. На ринку

представлені сотні універсальних спеціалізованих ДСМ і САИ виробництва фірм Nikon, Olympus, Media Cybernetics, ChromaVision Типовими прикладами є VISILOG (Noesis Vision) і KS 400 (Zeiss). Ступінь автоматизації аналізу введеного кадру тим вище, чим більше спеціалізована ДСМ під конкретний аналіз або біоматеріал. Приклади спеціалізованих ДСМ і САИ: для флуоресцентного аналізу MetaMorph (Universal Imaging), для телемедицини PACS (Siemens medical Systems), для цитогенетики Q550CW (Leica), для кількісної цитології і гістології МЕКОС-Ц (МЕКОС), для 3-х мірної реконструкції Denso (Denso) і ін. На ринку представлені сотні універсальних спеціалізованих ДСМ і САИ виробництва фірм Nikon, Olympus, Media Cybernetics, ChromaVision Типовими прикладами є VISILOG (Noesis Vision) і KS 400 (Zeiss). Ступінь автоматизації аналізу введеного кадру тим вище, чим більше спеціалізована ДСМ під конкретний аналіз або біоматеріал. Приклади спеціалізованих ДСМ і САИ: для флуоресцентного аналізу MetaMorph (Universal Imaging), для телемедицини PACS (Siemens medical Systems), для цитогенетики Q550CW (Leica), для кількісної цитології і гістології МЕКОС-Ц (МЕКОС), для 3-х мірної реконструкції Denso (Denso) і ін. На ринку представлені сотні універсальних спеціалізованих ДСМ і САИ виробництва фірм Nikon, Olympus, Media Cybernetics, ChromaVisionMedicalSystems, PicoQuant, I-Cube, Improvision, Life Science Resource, Syngene, Empix Imaging і ін. Серед вітчизняних САИ представлені програми фірм МЕКОС, Відеотест, ДІАМОПФ, DiViSy і ін.

Наступну групу утворюють автоматизовані мікроскопи (АМ), вбудована моторизована автоматика яких в тій чи іншій мірі спрощує вибір умов спостереження, полегшуючи і контролюючи переміщення і фокусування препарату, зміну об'єктивів, фільтрів, освітлення та ін. До автоматизованим мікроскопів підключаються відеокамера і фрейм-граббер для введення зображень в комп'ютер і комп'ютер, через який вони можуть управлятися.

Виробники АМ постачають їх програмним забезпеченням загального призначення для виконання таких функцій як прохід по заданих траєкторіях,

повернення препарату в задані точки, візуалізація траєкторії перегляду, фіксація зображення поля зору в базі даних, автофокусування, управління мікроскопом на відстані (для телемедицини). АМ комплектуються або на базі звичайних ручних мікроскопів з заміною штатного предметного столу на моторизований і з додаванням вузлів моторизованої фокусування, зміни об'єктивів і фільтрів і блоку управління, або АМ розробляється як окремий повністю інтегрований тип мікроскопа. Перший шлях (Prior Scientific, Optimas UK, LUDL, CellaVision, МЕКОС) дозволяє випускати АМ на базі мікроскопів різних типів, формуючи сімейство АМ із загальними характеристиками.

Основне призначення АМ - автоматизація простих рутинних повторюваних операцій мікроскопії. Прикладом є «віртуальний мікроскоп», коли формується і запам'ятовується суцільне розширене сфокусоване зображення препарату, що складається з групи сусідніх полів зору. Програмне забезпечення АМ може надавати кошти формування споживачем власних програм автоматичної мікроскопії (типу переміщення, фокусування, зміни фільтрів і освітлення, введення кадрів відповідно до заздалегідь заданої траєкторією і тимчасової діаграмою). АМ можуть виконувати характерні для діалогових систем види аналізів, автоматизуючи операції по вибору умов спостереження, але зберігаючи за лікарем відповідальність за збір вибірки об'єктів аналізу.

Четверту групу утворюють автоматичні системи мікроскопії (АСМ), що звільняють лаборанта від відповідальності за збір вибірки об'єктів і за вибір умов їх спостереження. АСМ самостійно переміщує і фокусує препарат, вибирає траєкторію перегляду в залежності від розподілу біоматеріалу, контролює якість освітлення і забарвлення, виявляє і записує в базу даних зображення об'єктів заданих типів. Виконується вимірювання та аналіз автоматично зібраної вибірки об'єктів. Крім АМ і САИ до складу АСМ входить роботизує програмна компонента, керуюча автоматизованим мікроскопом і замінює при переміщенні препарату очі і руки лаборанта.

Як і всякий автомат, АСМ залежить від рівня стандартизації підготовки біоматеріалу. Тому система підготовки препарату є або його частиною, або

АСМ має засоби контролю якості препарату. Таким чином, мікроскопи-аналізатори не тільки поєднують в собі функції автоматизованих і цифрових, а й створюють нові властивості, автоматизуючи процес збору вибірки аналізованих об'єктів і забезпечуючи контроль якості.

Головне призначення АСМ - аналіз препаратів з невисокою і низькою концентрацією аналізованих об'єктів, коли сам збір (пошук і виявлення) вибірки об'єктів для аналізу є трудомісткою операцією. Порядок перегляду таких препаратів лікарем в звичайному мікроскопі суб'єктивний через відсутність кількісних критеріїв вибору маршруту. Пошук об'єктів, як правило, вимагає тривалого високої напруги. Ці фактори негативно позначаються на показності вибірки клітин для аналізу. У той же час вельми просте обслуговування АСМ, що виконує такий аналіз, може бути доручено медичному персоналу невисокої кваліфікації. Лікар-лаборант зосереджується на висококваліфікованих функціях якісної оцінки зібраних в галереї об'єктів на екрані комп'ютера, що значно підвищує інформативність і надійність аналізу, збільшує продуктивність праці. Функції АСМ поки вдалося реалізувати для невеликої групи аналізів. До подібних інтелектуальних систем відносяться: AutoPAP і PAPNET (США) для аналізу мазків з поверхні шийки матки; LSC (США) для вимірювання субпопуляцій клітин при кольоровій флюоресценції; ACIS (США) для аналізу рівня білка HER2, IQ-200 (США) для аналізу осаду сечі; Hitachi 8200 (Японія), Diffmaster- Cellavision (Швеція) для аналізу мазків крові, вітчизняна розробка МЕКОС-Ц1 для аналізів мазків крові і кісткового мозку, сечі, води, змивів та інших біоматеріалів. ACIS (США) для аналізу рівня білка HER2, IQ-200 (США) для аналізу осаду сечі; Hitachi 8200 (Японія), Diffmaster- Cellavision (Швеція) для аналізу мазків крові, вітчизняна розробка МЕКОС-Ц1 для аналізів мазків крові і кісткового мозку, сечі, води, змивів та інших біоматеріалів. ACIS (США) для аналізу рівня білка HER2, IQ-200 (США) для аналізу осаду сечі; Hitachi 8200 (Японія), Diffmaster- Cellavision (Швеція) для аналізу мазків крові, вітчизняна розробка МЕКОС-Ц1 для аналізів мазків крові і кісткового мозку, сечі, води, змивів та інших біоматеріалів.

1.5 Оцінка наукового, технічного та економічного рівня НДР

Однозначно визначити техніко-економічний рівень нової розробки при великій кількості технічних та економічних показників достатньо важко. Однак бажано визначити узагальнюючу оцінку техніко-економічного рівня НДДКР. Перспективність теми даної магістерської кваліфікаційної роботи можна оцінити за допомогою бального методу оцінок НДДКР. Бальна оцінка полягає в тому, що кожному параметру присвоюється певний бал в залежності від різних факторів. Для узагальнюючої оцінки технічного рівня береться сума балів за всіма показниками.

Виходячи з цього, для ефективного дослідження доцільно орієнтуватися на час проведення НДДКР - 2 роки і менше, при чому технічні показники результатів плануються на рівні кращих продуктів; однак не передбачається можливості отримання авторських свідоцтв; строк окупності витрат 3-4 роки і менше.

В таблиці 1.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

Таблиця 1.2 – Критерії та бальна оцінка для визначення наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи.

Критерії оцінки	Шкала критеріїв	Індекс оцінки
Час, необхідний для проведення НДР	2 роки і менше	+2
	3 роки	+1
	4 роки	0
	5-6 років	-1
	7 років і більше	-2
Технічні показники результатів розробки	Вище рівня кращих світових зразків	+2
	На рівні кращих світових зразків	0
	Нижче рівня кращих світових зразків	-2
Можливості отримання авторських свідоцтв на винахід	Впевненість в отриманні авторських свідоцтв	+2
	Часткові можливості	0
	Можливості немає	-1
Строк окупності витрат	2 роки і менше	+3
	3-4 роки	+2

В таблиці 1.3 наведено можливі результати оцінки теми НДДКР.

Таблиця 1.3 – Можливі результати оцінки теми НДДКР

Сума індексів	Оцінка теми
Позитивна(+)	Розробка є досить перспективною
Задовільна(0)	Розробка перспективна
Негативна(-)	Розробка не перспективна

Проаналізувавши дані таблиць 1.2 та 1.3, та підрахувавши загальну суму балів (+2+0-1+2=3), робимо висновок, що розробка є досить перспективною.

1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки (результатів НДДКР), створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Проведемо оцінювання комерційного потенціалу для удосконаленого гемоаналізатора. Дана продукція, що розробляється матиме значний попит в Україні, оскільки буде більш надійною, матиме універсальну елементну базу, недорогу схемотехніку, меншу вагу і разом з тим високу ефективність.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними у відповідній літературі [2]:

Оцінювання комерційного потенціалу розробки проведемо з застосуванням експертного методу, провівши опитування відповідних експертів стосовно ставлення їх до нової розробки у відповідності з розглянутими критеріями.

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерт		
	А	В	С
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	3	2
2	3	2	3
3	1	2	2
4	3	3	3
5	3	3	2
6	3	3	3
7	2	2	2
8	3	3	4
9	3	4	3
10	2	3	3
11	4	3	2
12	3	1	3
Сума балів	32	32	32
Середньоарифметична сума балів СБ	32		

За даними таблиці 1.4 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Рівні комерційного потенціалу розробки [2]

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 - 10	Низький
11 - 20	Нижче середнього
21 - 30	Середній
31 - 40	Вище середнього
41 - 48	Високий

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 32 бали, що, згідно таблиці 1.5, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

В процесі дослідження розробки для удосконаленого

гемоаналізаторавиникла ситуація, що аналог та запропоноване рішення мають різні значення декількох основних технічних показників, які по-різному впливають на загальну якість розробки, тому необхідно розрахувати узагальнений коефіцієнт якості для інноваційного рішення [3].

Для аналога умовно приймемо, що його узагальнений коефіцієнт якості $B_a=1$.

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [3]:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i, \quad (1.1)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

α_i – коефіцієнт, який враховує питому вагу i -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт α_i визначається експертним шляхом

і при цьому має виконуватись умова $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$;

β_i – відносне значення i -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення β_i для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}}, \quad (1.2)$$

де I_{ni} та I_{na} – чисельні значення конкретного i -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}}; \quad (1.3)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

Показники (параметри)	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Споживана потужність, Вт	250	250	1	0,05
Амплітудне значення магнітної індукції, мТл	20	10	2	0,2
Потужність випромінювання, Вт	10	10	1	0,05
Кількість режимів	2	2	1	0,1
Габаритні розміри приладу, мм	370x230x85	360x200x63	1,59	0,2
Маса приладу, кг	15	12	1,25	0,4

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення удосконаленого гемоаналізатора складе:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 1,0 \cdot 0,05 + 2,0 \cdot 0,2 + 1,0 \cdot 0,05 + 1,0 \cdot 0,1 + 1,59 \cdot 0,2 + 1,25 \cdot 0,4 = 1,42 .$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений гемоаналізатор переважає існуючі аналоги приблизно в 1,42 рази.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ГЕМОАНАЛІЗАТОРІВ ТА МЕТОДІВ ГЕМОАНАЛІЗУ

2.1 Принцип роботи гематологічних аналізаторів

На сьогоднішній день існує ряд фірм, які виробляють гематологічні аналізатори. Найбільш відомі апарати GENYS, Hemascreen, Medonic, Mimer, Micros.

Всі вони мають ряд своїх переваг і недоліків, але в їх основі покладено наступний принцип роботи:

Принцип проточної цитометрії.

Клітинна суспензія потрапляє в потік рідини, що проходить через проточну клітинку. Умови підібрані таким чином, що клітини шикуються один за одним за рахунок так званого гідродинамічного фокусування струменя в струмені. У момент перетину кліткою лазерного променя детектори фіксують розсіювання світла під малими кутами (від 1° до 10°) і розсіювання світла під кутом 90° клітин.

Далі, склад і властивості крові визначають за трьома параметрами: електричного опору, ємності й світлорозсіювання. Ці характеристики визначаються наступними методами:

А) $V = \text{Volume}$

Метод, що лежить в основі підрахунку клітин і визначення їх обсягу (принцип Культера), заснований на зміні опору в електричному ланцюзі при проходженні підраховуваних частинок через мікроотвір. Амплітуди утворюються при цьому імпульсів пропорційні розмірам клітин, а їх кількість - числу клітин.

Б) $C = \text{Conductivity}$

Ємнісні характеристики клітин, дають інформацію про їх внутрішню структуру, в тому числі щільність і розміри ядра, а також дозволяють визначити електричну непрозорість клітини і оцінити сигнал провідності. Використовуються для визначення розміру ядра, його щільності,

співвідношення ядро/цитоплазма, а також для виявлення клітин одного розміру, але різної внутрішньої структури.

В) S = Scatter

Характеристики светорассеяния дозволяє оцінити розсіювання лазерного випромінювання незабарвленими клітинами, отримати інформацію про гранулярності і структурі поверхні клітин, сегментованості ядер, а також дозволяє класифікувати субпопуляцій лейкоцитів і ретикулоцитів.

Г) Принцип "VCS"

Унікальне поєднання трьох способів вимірювання дозволяє швидко, з високою чутливістю і достовірністю проводити гематологічні дослідження, включаючи диференціювання популяцій лейкоцитів і оцінку ретикулоцитів.

У сучасних приладах часто використовуються додаткові прийоми для підвищення точності досліджень; такі як IntelliKinetics - процес підготовки зразка, який здійснюється в приладі, автоматично коригується залежно від умов навколишнього середовища (зміна часу інкубації, обсягу лізуючого реагентів т.д.).

AccuGate - програмне забезпечення, що дозволяє з високою точністю і достовірністю оцінювати зміни параметрів клітин (обсягу, електричної провідності і непрозорості, светорассеяния).

В результаті дослідження крові на гематологічних аналізаторах отримують наступні параметри: WBC, RBC, Hgb, Hct, MCV, MCH, MCHC, RDW, Plt, MPV, PDW, Pct, LY%, LY #, MO%, MO #, NE%, NE #, EO%, EO #, BA%, BA #, RET%, RET #, MRV, MSCV, IRF, HLR%, HLR # (кількість параметрів різний для різних апаратів).

Обумовлені параметри:

WBC - Лейкоцити

RBC - Еритроцити

Hgb - Гемоглобін, г / л

Hct - Гематокрит, %

MCV - Середній обсяг еритроцитів

MCH - середній вміст гемоглобіну в еритроциті

MCHC - Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті

RDW - Показник гетерогенності еритроцитів

Plt - Тромбоцити

MPV - Середній обсяг тромбоцитів

PDW-показник гетерогенності тромбоцитів

Pct - Тромбокрит

LY% - Лімфоцити,%

LY # - Лімфоцити, мкл

MO% - Моноцити,%

MO # - Моноцити, мкл

NE% - Нейтрофіли,%

NE # - Нейтрофіли, мкл

EO% - Іозонофіли,%

EO # - Іозонофіли, мкл

BA% - Базофіли,%

BA # - Базофіли, мкл

RE% - Ретикулоцити,%

RE # - Ретикулоцити, мкл

MRV * - Середній обсяг ретикулоцитів

IRF * - Коефіцієнт зрілості ретикулоцитів

HLR% * - Зрілі ретикулоцити,%

HLR # * - Зрілі ретикулоцити, мкл

MSCV * - Сферичність

На основі отриманих параметрів можна отримати важливі характеристики досліджуваної крові:

- Гістограми розподілу еритроцитів і тромбоцитів.
- Підрахунок п'яти субпопуляцій лейкоцитів.
- Виявлення наявності в зразку незрілих і патологічних клітин.

- Визначення ретикулоцитів.
- Співвідношення клітин, що експресують CD4 і CD8.

2.2 Реагенти для гематологічних аналізаторів.

Серед аналізаторів, які працюють на реагентах Реамед, є як найпростіші напівавтоматичні аналізатори, так і найскладніші повністю автоматичні аналізатори з диференціацією лейкоцитів на три популяції. Багаторічний досвід успішної експлуатації декількох сотень аналізаторів по всій Росії з реагентами Реамед, а також результати випробувань в МОЗ РФ і наявні сертифікати Держстандарту підтверджує якість реагентів. Шведська фірма Boule Medical, виробник гематологічних аналізаторів марки МЕДОНІК, в 1999 р офіційно схвалила використання реагентів Реамед в своїх аналізаторах. Позитивні результати були отримані при випробуваннях реагентів на фірмі ДІАТРОН (Австрія) в 2000 р для аналізаторів АБАКУС. По ряду характеристик реагенти Реамед знаходяться на рівні кращих світових зразків. Кожен гематологічний аналізатор,

Основними складовими комплектів реагентів для гематологічних аналізаторів є: а) ізотонічний розчинник; б) лізуючий розчин; в) промивання та розчин (після кожної проби); г) промивання та розчин (для глибокого очищення системи); п очищаючий розчин (для екстреної очищення датчика і / або сервісних робіт).

Залежно від конкретної конструкції аналізатора в базовий комплект може входити лише частина зазначених реагентів. Ізотонічний розчинник - це буферний розчин з фіксованими параметрами рН, електропровідності і осмолярності. Слово «ізотонічний» вказує лише на одне і не найважливіше властивість реагенту - підтримання необхідного осмотичного тиску з метою забезпечення сталості обсягу клітин крові. Справа в тому, що еритроцити приймають той обсяг, який їм диктує осмолярність розчину. При збільшенні

осмолярності, протягом 3 ... 5 сек еритроцити стискаються до деякого рівноважного обсягу. Якщо осмолярність розчину зменшується, обсяг еритроцитів, відповідно, збільшується. Таким чином, середній обсяг еритроцитів (MCV) ув'язується з осмолярністю ізотонічного розчинника. Стабілізуючі добавки в фізіологічному розчиннику повинні забезпечувати збереження формених елементів крові протягом досить тривалого часу в першому розведенні крові. Присутність в розчині антикоагулянту має ефективно запобігати утворенню фібринових згустків і агрегацію тромбоцитів. У разі гематологічних аналізаторів, які проводять диференціацію лейкоцитів на три популяції, ізотонічний розчинник містить спеціальні добавки, що модифікують мембрани лейкоцитів. В цьому випадку ізотонічний розчинник повинен застосовуватися в узгодженій парі з відповідним лізуючого розчином. Слід мати на увазі, що для всіх гематологічних аналізаторів з диференціацією лейкоцитів на три популяції штатним режимом є робота з цілісною кров'ю. У варіанті роботи з преділюцією час стояння проби крові в першому розведенні за інструкціями фірм виробників не повинна перевищувати 30 ... 60 хв., Що важко здійснити в практиці російських лабораторій, переважно використовують саме режим преділюції. Виходячи з вимог практики вітчизняних лабораторій, спеціально розроблений унікальний ізотонічний розчинник, в якому диференціація лейкоцитів зберігається аж до 3 год стояння проб крові в першому розведенні. Іншим найважливішим реагентом є лізуючий розчин (гемолітико), який при додаванні в розведення крові призводить до лізису еритроцитів і в той же час зберігає лейкоцити. Необхідно, щоб гемоліз еритроцитів був якісний, оскільки в гемолізаті підраховуються лейкоцити, яких спочатку приблизно в 1000 разів менше, ніж еритроцитів. Для забезпечення цих властивостей лізуючий розчин, як правило, містить складну композицію іонних поверхнево-активних сполук. Сучасні гемолітико Реамед забезпечують швидку реакцію і високий ступінь відділення лейкоцитів від стромы незалежно від настройки дискримінатора конкретного приладу. В аналізаторах з диференціацією лейкоцитів на три популяції лейкоцити під дією лізуючого

розчину змінюють свої розміри так, що виділяються фракції лімфоцитів (перший пік лейкоцитарної гістограми, 35 ... 90 куб. Мкм), гранулоцити (крайній правий пік лейкоцитарної гістограми, 120 ... 400 куб. мкм). У середній частині гістограми (90 ... 120 куб. Мкм) в області так званих "середніх" клітин розташовані моноцити, базофіли і еозинофіли. Таким образом гематологічний аналізатор з аналізу розміру клітин може визначати процентну і абсолютну концентрацію лімфоцитів, гранулоцитів і "середніх" клітин (сумарно моноцити, базофіли і еозинофіли). Поряд з факторами пробоподготовки властивості реагентної системи істотно впливають на якість диференціації лейкоцитів. Промивають розчини безпосередньо не беруть участь в процесі вимірювання, однак їх властивості істотно впливають на стабільність аналітичних характеристик аналізаторів. Характерною особливістю гематологічних аналізаторів, що використовують принцип Культера, є наявність рахункових апертур малого діаметра. А, як відомо, кров містить в собі ряд речовин, які мають тенденцію осідати на апертурі і внутрішньої поверхні гідравлічної системи. Це поступово призводить до засмічення і помилкових результатів. У деяких випадках прилад просто зупиняється і потребує капітальної чистки. Тобто якість промивних розчинів впливає на довготривалу стабільність роботи приладу. Промивають розчини бувають, в основному, трьох типів. Перший тип - розчини для м'якої промивання магістралей аналізатора між пробами, і вони не несуть в собі особливих миючих властивостей. Такі розчини мають в своєму складі поверхнево - активні речовини (детергенти). На жаль, детергентні промиваючі розчини практично не відмивають білки. Тому для очищення від білкових опадів застосовують розчини на основі гіпохлориту натрію - другий тип промивних розчинів. Ці розчини є дуже сильними депротейнезаторами. Однак, розчин гіпохлориту натрію - це дуже їдка речовина, і довгого контакту з ним не витримують деталі з пластика (вони тріскаються), металу (вони піддаються корозії). Тому зловживати такими розчинами можна. Дані розчини в основному застосовуються в екстрених випадках, коли необхідно швидко очистити лічильну апертуру, а також для сервісних робіт. Сучасне рішення

проблеми якісного промивання приладу - застосування ферментативних промивних розчинів. Завдяки наявності ферментів, такі розчини ефективно видаляють адсорбовані на стінках гідравлічної системи білки та інші речовини. При цьому вони абсолютно нейтральні і не надають шкідливої дії на деталі приладу. Труднощі створення таких промивних розчинів полягає в відомому властивості ферментів швидко втрачати активність. Внаслідок цього, в світі є порівняно небагато фірм виробників ферментативних промивних розчинів. І тут слід зазначити, що в комплекті реагентів Реамед є унікальні ферментативні промиваючі розчини, які зберігають свою активність протягом року навіть при кімнатній температурі. В даний час в складі гематологічних реагентів Реамед є весь спектр розчинів, необхідних для якісної і надійної роботи гематологічних аналізаторів. Це дуже сприятливий фактор для більш широкого впровадження гематологічних аналізаторів в лабораторній практиці, враховуючи істотно нижчі ціни на вітчизняні реагенти. В даний час в складі гематологічних реагентів Реамед є весь спектр розчинів, необхідних для якісної і надійної роботи гематологічних аналізаторів. Це дуже сприятливий фактор для більш широкого впровадження гематологічних аналізаторів в лабораторній практиці, враховуючи істотно нижчі ціни на вітчизняні реагенти. В даний час в складі гематологічних реагентів Реамед є весь спектр розчинів, необхідних для якісної і надійної роботи гематологічних аналізаторів. Це дуже сприятливий фактор для більш широкого впровадження гематологічних аналізаторів в лабораторній практиці, враховуючи істотно нижчі ціни на вітчизняні реагенти.

2.3 Гематологічні аналізатори GENYS

Повністю автоматизований гематологічний аналізатор GENYS - це надійний і простий в зверненні прилад, що дозволяє проводити дослідження крові по 29 параметрам, включаючи диференціювання лейкоцитів на 5 популяцій, автоматичне визначення ретикулоцитів, а також отримувати гістограми розподілу еритроцитів і тромбоцитів.



Рисунок 2.1 - Гемоаналізатор GENYS

Завдяки високій продуктивності, аналітичній точності і чутливості, GENYS може бути використаний в великих клініко-діагностичних лабораторіях не тільки для проведення клінічних аналізів, але і в наукових цілях. Реалізовані в приладі новітні технології та технічні рішення дозволяють вважати гематологічний аналізатор GENYS найбільш прогресивним приладом в області клінічних досліджень крові. GENYS є приладом, в якому принцип проточної цитометрії поєднується з унікальним VCS-методом.

обсяг зразка

При роботі з відкритими пробірками - 200 мкл.

При використанні закритих пробірок - 280 мкл.

У режимі попереднього розведення - 50 мкл.

При автоматичному приготуванні мазка крові - додатково 250 мкл.

продуктивність

При визначенні кількості клітин крові (CBC) продуктивність - до 120 аналізів на годину.

При визначенні CBC і диференціації лейкоцитів - до 109 аналізів на годину.

При визначенні CBC + диференціація лейкоцитів + ретикулоцити - до 50 аналізів за годину.

Максимальне завантаження аналізатора - 144 зразка.

2.4 Автоматичний гематологічний аналізатор "CA-530 MIMER"

Нова серія високоінтегрованих і компактних аналізаторів з відкритим доступом до видаткових реагентів, з чудовими технічними характеристиками і унікально низькою ціною. Можливі три моделі, що визначають 9, 16 і 20 параметрів клітин крові відповідно. У приладі цієї серії передбачено введення проб як цілісної, так і розлученою крові з відкритого контейнера або капіляра. Всі параметри виводяться на монітор протягом 1хв. Низька витрата реагенту і міцний металевий корпус дозволяє експлуатувати ці аналізатори довгий час у Вашій лабораторії. Базовий аналізатор цієї серії CA 530 MIMER є, можливо, першим повністю автоматизованим приладом, який можна придбати за ціну напівавтоматичного аналізатора. MIMER визначає 9 базових параметрів клітин крові, включаючи тромбоцити, менш ніж за хвилину.

1. Час дослідження однієї проби крові - 60 сек., Продуктивність - 60 проб крові в годину.

2. Аналізатори МЕДОНІК мають високу стійкість до засмічення.

Новий метод самоочищення датчика - автоматична ультразвукова очистка (прожиг) апертури, яка проводиться за результатами внутрішнього самотестування навіть при незначному звуженні отвору апертури. Автоматична промивка аналізатора після кожної проби. Автоматична промивка приладу через кожні 4 години, що попереджає поява засмічень і знімає необхідність щоденної ручної промивки приладу.

Якщо все-таки засмічення сталося, то аналізатор вивішує прапори, що попереджають про засмічення аналізатора. У зв'язку з цим видача наступного після засмічення результату стає неможливою. Аналізатор спочатку автоматично ліквідує засмічення, а потім дасть сигнал до відновлення роботи.

Рада інженера: Частота засмічень чітко корелює з акуратністю роботи на аналізаторі і використовуваними матеріалами, тому для зниження кількості засмічень використовуйте безворсові серветки, а при роботі з цілісною кров'ю ретельно перемішайте пробу в пробірці, щоб уникнути утворення згустків.

3. Аналізатори МЕДОНІК працюють як з цілісною кров'ю, так і в режимі преділюції.

4. Висока точність одержуваних результатів. При визначенні концентрації клітин в гематологічних аналізаторах серії МЕДОНІК визначається, скільки клітин знаходиться в строго визначеному обсязі (контроль обсягу здійснюється за допомогою оптичних датчиків), на відміну від інших аналізаторів, де визначається, скільки клітин пройшло через апертуру за певний час (при осадженні білка на апертурі швидкість проходження зменшується, що призводить до заниження реальної концентрації клітин).

В аналізаторах МЕДОНІК передбачений поворотний клапан. Крім того, що він забезпечує виключно високу точність дозування, він ще й знімає необхідність постійної подкалібровки приладу під час його експлуатації. Обсяг поворотного клапана - 20 мкл. Поворотний клапан надзвичайно надійний в експлуатації (гарантійний термін його використання - 5 років), йому не треба міняти запобіжні кільця за відсутністю таких, природно, сама собою відпадає проблема зміни обсягу дозування через підтікання кілець, притаманна аналізатора зі шприцевий системою.

5. Реагенти.

Для роботи аналізатора МЕДОНІК потрібно всього 2 реагенту - ізотонічний і лізуючий розчин. Це дозволяє скоротити витрати на придбання дорогих промивання і очищає розчинів.

Аналізатори МЕДОНІК комплектуються вітчизняними реагентами марки ЮНІ-ГЕМ, що дозволяє значно знизити собівартість аналізу. Вартість одного аналізу на аналізаторах МЕДОНІК становить всього 13 центів. Реагенти ЮНІ-ГЕМ ліцензовані шведською фірмою Boule Medical AB, виробником гематологічних аналізаторів.

6. Аналізатори МЕДОНІК мають автоматичний перехід в режим очікування, під час якого також проводиться автоматична промивка кожні чотири години.

7. Наявність плаваючих дискримінаторів підвищує точність поділу

лейкоцитів на 3 популяції, а також підвищує точність підрахунку еритроцитів і тромбоцитів.

8. У пам'яті аналізатора зберігаються результати вимірювань останніх 350 аналізів.

9. Інтерфейс: RS 232. Програма роботи з комп'ютером - передача даних, база даних по пацієнтам, контроль якості.

2.5 Гематологічні аналізатори CoulterAc T 8, Ac T10

Нове покоління гематологічних аналізаторів фірми BECKMANCOULTER представлено моделями Ac T 8 і Ac T10, які призначені для проведення кількісних і якісних досліджень крові в клініко-діагностичних лабораторіях з невеликим об'ємом досліджень.

Автоматизований процес дослідження зразків із застосуванням патентованого методу підрахунку клітин і визначення їх обсягу, який використовує «принцип Кюльтера», в поєднанні з високою продуктивністю, надійним контролем точності і простим управлінням зумовлюють високу ефективність роботи гематологічних аналізаторів Ac T 8 і Ac T10. Прилади надзвичайно прості і зручні в експлуатації: вони готові до роботи відразу ж після включення, а піктограми на екрані підказують оператору подальші дії. Реактиви, що використовуються при роботі аналізаторів, поставляються зі спеціальними «картками управління», які містять інформацію про реактиві і дані для калібрування приладу. Як зразки може бути використана як цілісна (венозна або капілярна), так і розбавлена кров.

Гематологічні аналізатори Ac T 8

Гематологічний аналізатор Ac T 8 призначений для проведення якісних і кількісних досліджень клітин крові і визначення вмісту гемоглобіну. Він дозволяє оцінити 8 параметрів крові, в тому числі: еритроцити, лейкоцити, гемоглобін, гематокрит, середній вміст і середню концентрацію гемоглобіну в еритроцитах, середній об'єм клітин, тромбоцити.

Гематологічні аналізатори Ас Т 10

Поряд з параметрами, обумовленими Ас Т 8, прилад цієї моделі визначає зміст лімфоцитів, як в процентному відношенні, так і в абсолютних одиницях. Використання аналізатора Ас Т 10 дає можливість проведення часткового диференціального аналізу лейкоцитарної фракції крові, що дуже важливо для дослідження зразків з тією або іншою формою патології.

Гематологічні аналізатори Beckman Coulter повністю відповідають найвищим вимогам фахівців клінічних та наукових лабораторій, забезпечуючи отримання достовірних і точних результатів з максимальною ефективністю.

продуктивність

До 50 аналізів за годину

Тривалість одного дослідження - 60 секунд

обсяг зразка

Венозна або капілярна кров - 12 мкл

Розбавлена кров - 20 мкл

Використання моделі АсТ10 дає можливість проведення часткового диференціального аналізу лейкоцитарної фракції крові, що дуже важливо для дослідження зразків з тією або іншою формою патології.

Точність і достовірність

-Трихкратний підрахунок клітин в кожній пробі

-Апертурний моніторинг (детекція розмірів апертури та усунення засмічень, що впливають на достовірність підрахунку)

-Спеціальні контрольні матеріали

-Повідомлення про відхилення від нормального проведення дослідження

-Реактиви поставляються зі спеціальними "картками управління"

-Сортування імпульсів (можливість отримання ідеальної кривої)

-Запатентована система "Sweep Flow", що виключає повторне потрапляння вже підрахованих клітин в зону рахунки

Простота і зручність експлуатації

-Відбір черговий проби з пробірки здійснюється натисненням однієї

кнопки.

- Прилад не вимагає щоденного обслуговування

- Автоматичне виконання калібрування

- В якості зразків використовується як цілісна (венозна і капілярна), так і розбавлена кров

- Прилад готовий до роботи відразу ж після включення

- Кожен подальшої пробі автоматично присвоюється шестизначний ідентифікаційний номер

- Сенсорний екран з піктограмами

- Одержування результатів менш ніж за 60 секунд

- Методи дослідження

- Підрахунок клітин і визначення їх обсягу, використовуючи "принцип Культера"

- Трихкратний підрахунок клітин в кожній пробі

- Збільшення тривалості підрахунку тромбоцитів при їх низькій концентрації

- Ціанометемоглобіновий метод визначення гемоглобіну

- Спеціальний метод підрахунку тромбоцитів (метод екстраполяції кривої), що виключає вплив еритроцитів на результати вимірювань

Автоматизований процес аналізу зразків із застосуванням запатентованого методу фірми COULTER в сукупності з високою продуктивністю, надійним контролем точності і простим управлінням, визначають ефективність роботи гематологічних аналізаторів серії Ac T.

Ці компактні прилади мають сенсорний екран з піктограмами, що дозволяє одним дотиком вибирати режим дослідження крові (цільна або розведена), виводити результати аналізів на принтер, передавати дані на комп'ютер, а також витягувати з пам'яті приладу результати проведених раніше аналізів.

Реактиви, що використовуються при роботі аналізаторів, поставляються зі спеціальними "картками управління", які містять інформацію про реактиве і калібрувальні дані. При проведенні аналізів ця картка поміщається в гніздо на

передній панелі аналізатора, і прилад автоматично зчитує всю необхідну інформацію.

2.6 Обґрунтування та вибір аналогу

При сучасному розвитку науки і техніки, стало набагато зручніше проведення кількісних і якісних досліджень крові в клініко-діагностичних лабораторіях. Гемоаналізатор спеціально розроблений для клінічних лабораторій і є повністю автоматизованим приладом. Сучасні автоматичні аналізатори здатні обробляти десятки зразків в годину, з відповідної специфікації точністю і відтворюваністю, а також зберігати результати тестів у вбудованій пам'яті і, при необхідності, роздруковувати їх на вбудованому термопринтері.

Для проведення гематологічного аналізу може використовуватися капілярна і венозна кров. Рекомендується використання венозної крові, оскільки при узятті з вени клітини крові менш схильні до механічної дії і виключається попадання сторонніх домішок.

Автоматичний гематологічний аналізатор - це прилад, або, правильніше, комплект обладнання, основним призначенням якого є аналіз кількісних і якісних показників крові людини. Призначено це обладнання для установки та експлуатації в клініко-діагностичних лабораторіях. У відповідності з необхідною участю медичного персоналу в проведенні досліджень гемоаналізатори діляться на автоматичні і напівавтоматичні.

Напівавтоматичний гемоаналізатор потребує постійного присутності кваліфікованого оператора. Точність і надійність одержуваних даних у нього нічим не відрізняються від повністю автоматизованої моделі.

Гематологічний аналіз крові включає підрахунок усіх видів клітин крові (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів), визначення їх параметрів (розміри клітин та ін.), диференціювання лейкоцитарних клітин, вимір рівня гемоглобіну, визначення співвідношення клітинної маси до плазми

(гематокрит).

При проведенні контролю якості з використанням атестованого комерційного контролю застосовуються фіксовані стабілізовані клітини крові. Вимір цих клітин за програмою, аналогічною програмою виміру проб, дає можливість оцінити роботу приладу. Застосовуються контролі з низьким, нормальним і високим вмістом досліджуваних показників. Використовується цей контрольний матеріал для оцінки правильності.

В той же час фіксовані клітини комерційного контролю не можна використати для оцінки властивостей реактивів(лізатів, ізотонічних і промиваючих розчинів), оскільки ці розчини призначені для впливу на живі клітини крові, вони їх модифікують, але не діють на фіксовані неживі клітини. Фіксовані клітини у будь-якому розчині даватимуть однаковий результат. У аналізаторах закладена ця програма. Вона має велику пам'ять, автоматично будуються контрольні карти і розраховуються статистичні показники за усіма вимірюваними і розрахунковими параметрами.

За останні роки створені високотехнологічні системи аналізу крові, які витісняють ручні і напівавтоматичні методи дослідження. Перевагами автоматичного аналізу крові є: висока продуктивність (до 100 і більше проб в годину), невеликий об'єм крові (12-50 мкл), оцінка більше 20 показників, замість 10-12 при звичайному аналізі крові, графічне представлення розподілу клітин (гістограми, скетограмми), висока точність дослідження, оскільки підрахунку піддаються декілька тисяч клітин з однієї проби.

Існує багато приладів які визначають кількісні і якісні показники крові людини, одним з таких пристроїв є гемоаналізатор СА-270, він містить в собі сучасну елементну базу і має гарні технічні показники, тому в якості аналога оберемо цей прилад який використовується в лабораторіях і за призначенням відповідає пристрою який розробляється.

Кожен гематологічний аналізатор, як правило, розрахований на свою власну реагентну систему, проте між ними є багато спільного. Основними складовими комплектів реагентів для гематологічних аналізаторів є:

- ізотонічний розчинник;
- розчин, що лізирує;
- промиваючий розчин(після кожної проби);
- промиваючий розчин(для глибокого очищення системи);
- очищаючий розчин(для екстреного очищення датчика і/або сервісних робіт).

Залежно від конкретної конструкції аналізатора у базовий комплект може входити лише частина вказаних реагентів.

Для проведення гематологічного аналізу може використовуватися капілярна і венозна кров. Рекомендується використання венозної крові, оскільки при узятті з вени клітини крові менш схильні до механічної дії і виключається попадання сторонніх домішок.

Гематологічний аналіз крові включає підрахунок усіх видів клітин крові (еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів), визначення їх параметрів (розміри клітин та ін.), диференціювання лейкоцитарних клітин, вимір рівня гемоглобіну, визначення співвідношення клітинної маси до плазми (гематокрит). Сучасні автоматичні аналізатори здатні обробляти десятки зразків в годину, з відповідної специфікації точністю і відтворюваністю, а також зберігати результати тестів у вбудованій пам'яті і, при необхідності, роздруковувати їх на вбудованому термопринтері.

Пристрій представляє собою окремий прилад, який аналізує кількісні і якісні показники крові людини, можливість вимірювання термінових зразків, оптичний модуль, дифракційна решітка з 12-ти довжинними хвилями від 340 до 800 нм. Мінімальний реакційний об'єм – 100 мкл. і має кращі технічні характеристики ніж такого ж класу гемоаналалізатори СА-180, СА-90.

Прилад „СА-270” має ряд переваг в порівнянні з іншими вище наведеними аналогами. По-перше, споживає найменшу потужність 250Вт, що набагато зменшує витрати при роботі приладу, менші показники маси та габаритних розмірів. Виробництво до 60 аналізів за годину, програмує автоматична промивка , об'єм зразка – 25 мкл цільної крові, 50 мкл з

попереднім розведенням, мінімальний об'єм проби взятий у пацієнта від 10 мкл, цілком автоматизована система, використання закритих та відкритих пробірки на 3-5 мл. Використовується тільки три реагента (дилуент, лизируючий розчин, очищувач).

Аналог, прилад «СА-90» виробництво до 50 аналізів за годину, програмує автоматична промивка, об'єм зразка 20 мкл цільної крові, 40 мкл з попереднім розведенням, мінімальний об'єм проби взятий у пацієнта від 10 мкл, використання закритих та відкритих пробірок на 3 мл.

Отже, із всіх оцінених аналогів, аналог „СА-270” продемонстрував найменшу масу, споживану потужність, найвищу потужність випромінювання. Це свідчить про те, що прилад з кращими технічними показниками є доцільним та параметри його є стабільні.

ЗКОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка структурної схеми та опис схеми електричної принципової

3.1.1 Загальні вимоги до конструкції РЕА.

Конструкція РЕА - сукупність деяким чином зв'язаних конструктивних і механічних елементів. Класифікація вимог до конструкції РЕА проводиться по наступних ознаках: по призначенню, по надійності, по довговічності і збереженню, по безвідмовності, по ремонтпридатності, по безпеці, по ергономіці та естетиці, по технологічності.

Вимоги по призначенню визначають першочергову задачу, заради якої і ведеться розробка. Вони містять у собі: функціональне призначення, конструктивні рішення, значення параметрів, розміщення і фіксація на об'єкті, кліматичне виконання, клас РЕА, захист від зовнішніх впливів. Надійність у залежності від призначення конструкції та умов експлуатації складається зі сполучення властивостей безвідмовності, довговічності, замінності, ремонтпридатності.

3.1.2 Розробка структурної схеми.

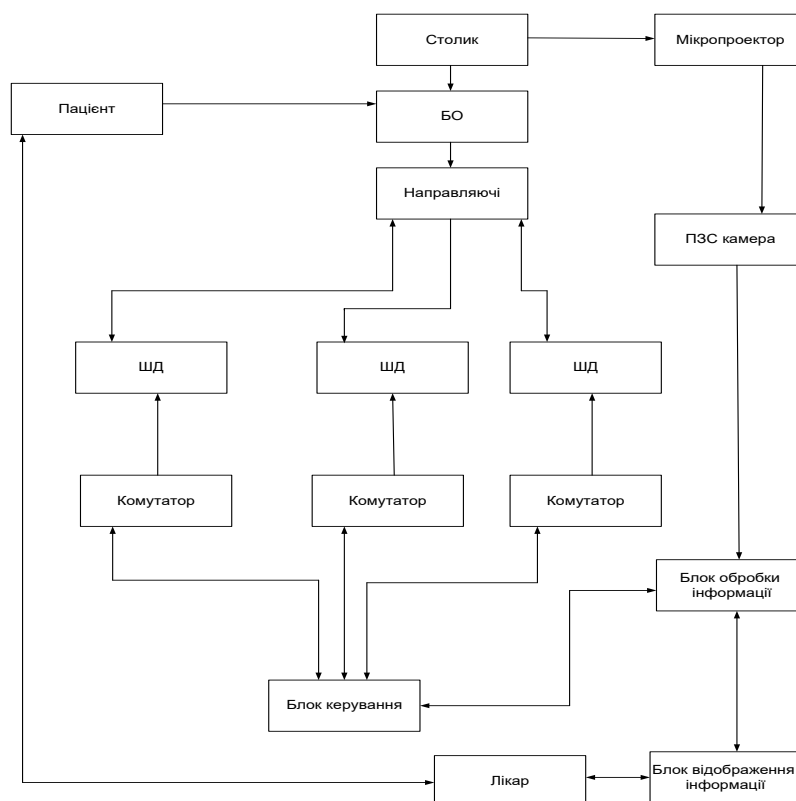


Рисунок 3.1 – Структурна схема пристрою

3.2 Аналіз елементної бази

Проведемо аналіз елементної бази, щоб з'ясувати чи забезпечує вона задані характеристики виробу які передбачені заявленими зарактеристиками.

Оскільки пристрій складається з великої кількості радіо компонентів, необхідно в першу чергу вибрати їх тип. Тому, на основі аналізу блоку, обираємо найбільш поширені елементи, дані по роботі яких є у довідниках.

Аналіз здійснюватимемо згідно з переліком елементів (наведений у додатку. Під час аналізу обрахуємо установочні площі радіо компонентів.

Якщо елемент має переріз круглий (в даному випадку для електролітичного конденсатора), то площа обчислюється за формулою:

$$S = \pi d^2 / 4, \quad (3.1)$$

де d – діаметр компонента.

Якщо ж елемент розміщений на платі горизонтально (це стосується усіх радіо компонентів з прямокутними корпусами), то установочна площа:

$$S = a \cdot b, \quad (3.2)$$

де а, b – відповідно ширина і довжина установки.

Таблиця 3.1 – Конструктивно-експлуатаційні характеристики елементів

Назва елемента	Кіл.шт.	Конструктивні параметри				Допустимі умови експлуатації	
		Маса,г	Площа встанов. мм ²	Висота, мм	Діаметр виводу, мм	Макс. темп.°С	Частота вібрації, Гц
Конденсатори							
K10-17A	5	0,5	31,28	5,6	0,6	+125	15...200
K50-35	2	0,7	19,625	11	0,5	+105	15...200
	1	6	201	36	0,8	+105	15...200
Мікросхеми							
L298N	1	3,2	160	23	0,7	+130	5...850
L6210	1	2	148,2	4,65	0,5	+85	5...900
74НС244	1	2,2	186,2	4,36	0,5	+85	5...600
L297	1	2,2	186,2	4,36	0,5	+150	10...700
Запобіжник							
H520PT	1	2	104	6,2	0,6	+85	1...1000
Джампер							
MJ-C-8,5	2	0,3	12,9	11,04	0,65	+105	10...2000
Резистори							
C2-23-0,125	6	0,15	22	3,2	0,6	+150	10...2000
C2-23-0,5	1	0,5	44,8	4,2	0,6	+150	10...2000
C2-23-2	2	1	95	6	0,8	+125	1...3000
HP-1-4-9M	1	1,7	63,5	5,08	0,5	+125	10...2500
RK-1233N1	2	(5,5)	(240,9)	19,75	(0,8)	+85	15...3200
Діоди							
1N4148	3	0,15	17,16	3,2	0,6	+150	1...1100
L-132XHT	2	(0,5)	(7,065)	5,2	0,5	+85	1...1000
Транзистори							
2N2222A	1	1,5	26,77	5,33	0,5	+85	1100
CWF-21R	1	6,2	742,5	5,7	0,8	+90	10...900

Для елементів що знаходяться не на платі маса та площа встановлення вказані в дужках.

3.3 Компонування присрою

3.3.1 Загальні відомості та завдання компоування.

Принципи компоування визначають ті конструктивні типові елементи, які закладаються в основу РЕА. Вибір принципу компоування залежить від вимог, що висуваються до конструкції РЕА і обмежень.

Компоування – це процес вибору форм, основних геометричних розмірів, визначення орієнтовної маси і розміщення в просторі елементів, вузлів тощо, для забезпечення максимально корисного ефекту, що визначається схемою і призначенням РЕА .

Результатом компоування являється компоувальний ескіз, який дозволяє судити про можливі розміри, форму і масу блоку. Компоування може бути виконане різними методами (аналітичним, модельним, графічним, натурним).

При аналітичному методі оперують числовими значеннями різних компоувальних характеристик, такими як розміри елементів, їх маса, площа, об'єм і т.д.

Модельне компоування найбільш розповсюджене із-за своєї простоти і наглядності. При цьому використовують плоскі (аплікації) або об'ємні моделі, виконані в вигляді спрощених креслень.

Суть методу графічного компоування полягає в спрощеному графічному викреслюванні елементів РЕА, різних варіантів компоування. Для цього використовують трафарети, штампи і т.д.

В натурному компоуванні замість моделі використовують реальні елементи: резистори, конденсатори і т.д.

Компоування блоків РЕС розглядається в трьох аспектах:

- із врахуванням вимог зручності складання, контролю, ремонту, механічного і електричного з'єднань, при цьому враховуються передусім ергономічні вимоги.

- функціональне компоування – розміщення і встановлення елементів на

друкованих платах з урахуванням функціональних і енергетичних вимог, а також щільності компоновання і встановлення елементів, щільності топології друкованих провідників.

Попереднє компоновання перших двох аспектів полягає в визначенні форми і габаритних розмірів.

Функціональне компоновання проводиться з метою визначення основних розмірів друкованої плати, вибору способів проектування і виготовлення. Для проведення функціонального компоновання достатній перелік елементів. В випадку насиченого, складного компоновання, крім переліку елементів необхідна принципова електрична схема приладу, крім того, доцільно мати додаткові вказівки про особливості даної схеми.

3.3.2 Розробка різних варіантів конструкції та їх аналіз.

Для вибору оптимального варіанту конструкції ми повинні проаналізувати кілька таких і, обравши їх показники, обрати варіант з мінімальним. Це означатиме, що пристрій буде скомпонований вірно і найбільш повно задовольняє усі вимоги, висунуті до нього.

В першому варіанті (рисунок 2.1) плата блока гемоаналізатора розміщена у пластмасовому корпусі. Регулятори, світлодіоди виведені поза платою для економії місця. На передню панель виведені: регулятори та світлодіодт, в бокових панелях зроблені отвори через які підключаються шлейфи до роз'ємів, що розміщені таким чином на платі що дозволяють під'єднувати шлейф нескриваючи кришки пристрою.

Дана конструкція дозволяє забезпечити нормальний тепловий режим роботи радіоелементів, легко розбирається (кришка і передня панель скріплюються із корпусом за допомогою гвинтів). Плати розміщені у горизонтальній площині. Пристрій легко піддається ремонту, має простий дизайн і дуже зручний у експлуатації.

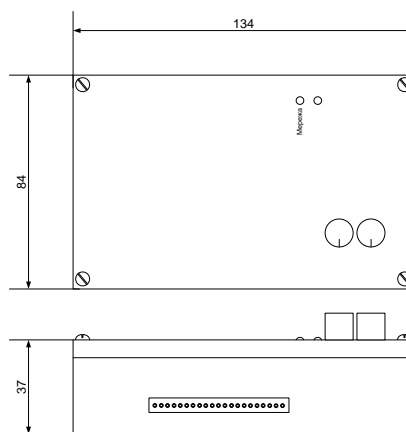


Рисунок 3.1 – Перший варіант компоновки

Другий варіант конструкції (рисунок 3.2) передбачає аналогічне оформлення приладу, та розміщення елементів на ньому. Матеріалом для корпусу взято алюміній, це зробить пристрій масивнішим, екранує його (для запобігання завад), але зростає і вартість виробу.

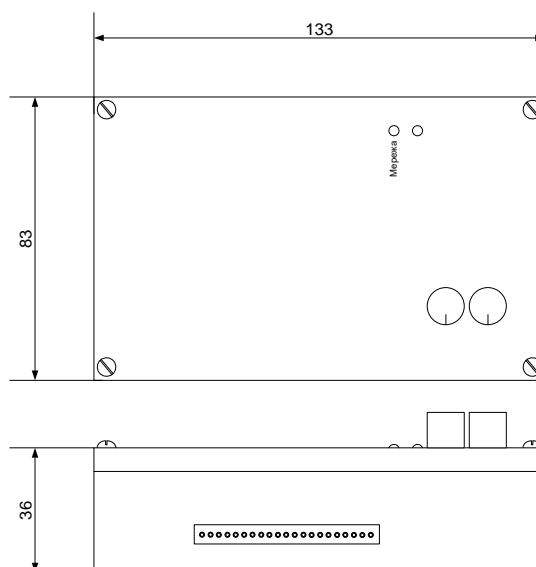


Рисунок 3.2 – Другий варіант компоновки.

Третій варіант конструкції (рисунок 3.3) має аналогічне оформлення першому варіанту конструкції, але регулятори переносяться на бокову панель, а отвори для роз'ємів розташтовуються з однієї сторони, матеріалом для виготовлення використовується алюміній.

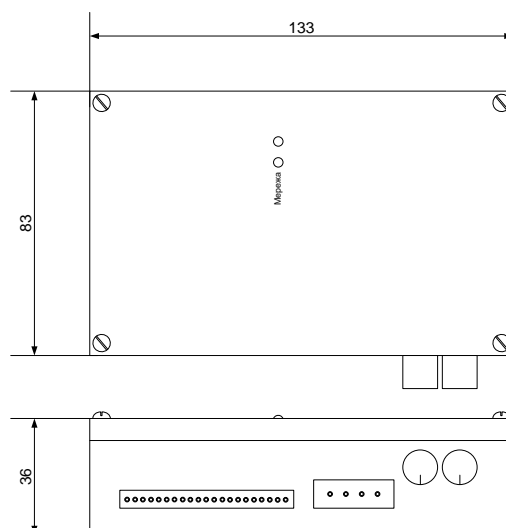


Рисунок 2.3 – Третій варіант компонування.

Щоб визначити оптимальний варіант конструкції проведемо обрахунки мас, віртості і об'ємів у всіх трьох варіантах, а потім порівняємо їх між собою, враховуючи вагові коефіцієнти.

3.3.3 Визначення габаритних розмірів пристрою.

Визначаємо габаритні розміри плати за формулою:

$$S_{\text{плати}} = \sum S_{\text{уст.}} \cdot q \quad (q=2 \dots 4) \quad (3.3)$$

де $\sum S_{\text{уст.}}$ – сума установочних площ усіх радіоелементів, що знаходяться на платі.

На друкованій платі пристрою, що проектується, встановлено 53 елементів. Площа одного типоміналу елемента складається площі встановлення одного елемента помноженої на кількість елементів цього типу.

Для конденсаторів типу K10-17А площа встановлення складає $S_{C1} = 156,4 \text{ мм}^2$.

Для конденсатора типу K50-35 площа встановлення складає $S_{C2} = 201 + 39,25 \text{ мм} = 195,65 \text{ мм}^2$.

Отже площа, яку займають конденсатори:

$$S_C = S_{C1} + S_{C2} = 156,4 + 195,65 = 352,05 \text{ мм}^2 \quad (3.4)$$

Для мікросхеми типу L298N площа встановлення складає $S_{M1} = 160 \text{ мм}^2$.

Для мікросхеми типу L6210 площа встановлення складає $S_{M2} = 148,2 \text{ мм}^2$.

Для мікросхеми типу 74НС244 площа встановлення складає $S_{M3} = 186,2 \text{ мм}^2$.

Для мікросхеми типу L297 площа встановлення складає $S_{M4} = 186,2 \text{ мм}^2$.

Отже площа, яку займають мікросхеми:

$$S_M = S_{M1} + S_{M2} + S_{M3} + S_{M4} = 160 + 148,2 + 186,2 + 186,2 = 680,6 \text{ мм}^2. \quad (3.5)$$

Площа яку займає ззапобіжник $S_{FU} = 104 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення джамперів $S_J = 25,8 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення резисторів типу C2-23-0,125 $S_{p1} = 132 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення резисторів типу C2-23-0,5 $S_{p2} = 44,8 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення резисторів типу C2-23-2 $S_{p3} = 190 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення резисторів типу HP-1-4-9M $S_{p4} = 63,5 \text{ мм}^2$.

Загальна площа що займають резистори на платі рівна:

$$S_{рез} = S_{p1} + S_{p2} + S_{p3} + S_{p4} = 132 + 44,8 + 190 + 63,5 = 430,3 \text{ мм}^2. \quad (3.6)$$

Площа встановлення роз'єму типу CWF-21R $S_{XS1} = 742,5 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення роз'єму типу 5081R $S_{XS2} = 312,42 \text{ мм}^2$.

Загальна площа що займають роз'єми на платі рівна:

$$S_{XS} = S_{XS1} + S_{XS2} = 742,5 + 312,42 = 1054,92 \text{ мм}^2. \quad (3.7)$$

Площа встановлення транзисторів типу 2N2222A $S_{Tr} = 26,77 \text{ мм}^2$.

Площа встановлення діодів типу 1N4148 $S_d = 51,48 \text{ мм}^2$.

Загальна площа друкованої плати буде дорівнювати

$$\sum S_{уст} = 2755,92$$

Загальна площа друкованої плати буде дорівнювати

$$S_{плати} = \sum S_{уст} \cdot q = 2755,92 \cdot (2 \dots 4) = (5511,84 \dots 11023,68) \text{ мм}^2 \quad (3.8)$$

Таким чином, друкована плата повинна мати площу не більше 11023,68 мм². Оскільки реальні розміри друкованої плати становлять 70×120 мм, тоді площа плати:

$$S_{\text{ДП}} = 70 \cdot 120 = 8400 \text{ мм}^2. \quad (3.9)$$

Розміри друкованої плати будуть однаковими для усіх варіантів конструкції.

Висота корпусу залежить від максимальної висоти радіокомпонентів. В даному випадку у пристрої таким є мікросхема L298N:

$$h = 23 \text{ мм.}$$

Знаходимо об'єм плати блока:

$$V_{\text{пл}} = S_{\text{плати}} \cdot h = 84 \cdot 0,15 = 12,6 \text{ см}^3.$$

Габаритні розміри приладу, скомпонованого за варіантом I визначаємо наступним чином.

Внутрішній об'єм залежить від об'єму, який займає плата з радіоелементами (плюс певний запас на встановлення котшки, транзистора).

Для першого варіанту:

внутрішні розміри:

а) висота $h_{\text{вн}} = 23 + 10 \text{ мм} = 33 \text{ мм};$

б) довжина $a_{\text{вн}} = 120 + 10 = 130 \text{ мм};$

в) ширина $b_{\text{вн}} = 70 + 10 = 80 \text{ мм};$

зовнішні габарити (з урахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 33 + 2 \cdot 2 = 37 \text{ мм};$

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 130 + 4 = 134 \text{ мм};$

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 80 + 4 = 84 \text{ мм.}$

Об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,7 \cdot 13,4 \cdot 8,4 = 416,472 \text{ см}^3.$$

Об'єм пристрою:

$$V_{\text{прист}}^I = V_{\text{корп}} = 416,472 \text{ см}^3.$$

Для другого та третього варіанту (стінки стають тоншими):

внутрішні розміри:

а) висота $h_{\text{вн}} = 23 + 10 \text{ мм} = 33 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{вн}} = 120 + 10 = 130 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{вн}} = 70 + 10 = 80 \text{ мм}$;

зовнішні габарити (з урахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 33 + 2 \cdot 1,5 = 36 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 130 + 3 = 133 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \cdot t_{\text{стінки}} = 85 + 3 = 88 \text{ мм}$.

Об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,6 \cdot 13,3 \cdot 8,8 = 397,404 \text{ см}^3.$$

Об'єм пристрою:

$$V_{\text{прист}}^{\text{II}} = V_{\text{корп}} = 397,404 \text{ см}^3.$$

$$V_{\text{прист}}^{\text{III}} = V_{\text{корп}} = 397,404 \text{ см}^3.$$

Занесемо отримані дані в таблицю 3.2

3.3.4 Визначення маси пристрою.

Маса гемоаналізаторапристрою складається з таких складових частин:

маса склотекстоліту, з якого виготовлена друкована плата;

- сумарна маса елементів та компонентів;
- маса корпусу;

Обрахуємо масу компонентів та елементів плати. Маса елементів на платі
рівна: $m_{\text{ел.п}} = 39,05 \text{ г}$

Згідно таблиці 1.16 маса елементів поза платою для всіх трьох варіантів
компонування складає $m = 12 \text{ г}$.

Отже, сумарна маса елементів буде рівна:

$$m_{\text{ел}} = m_{\text{ел.п}} + m = 51,05 \text{ г}.$$

Отже маса елементів буде рівна 51,05 грам для всіх варіантів
компонування.

Згідно ГОСТ 3118-77 питома вага склотекстоліта СФ-2-35-1,5, що

використовується для виготовлення плати нашого пристрою складає $1,9 \text{ г/см}^3$.
Обрахуємо об'єм плати за формулою:

$$m_{\text{пл}} = V_{\text{пл}} * \rho_{\text{мат}} = 12,6 * 1,9 = 23,95 \text{ г}$$

Маса пристрою складається із маси корпусу, плати і елементів.

Для першого варіанту:

Маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) * \rho_{\text{пл}} = (416,472 - 3,3 * 13 * 8) * 1,35 = 98,917 \text{ г},$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{I}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 98,917 + 23,95 + 51,05 = 173,917 \text{ г}.$$

Для другого та третього варіанту:

Маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) * \rho_{\text{пл}} = (397,404 - 3,3 * 13 * 8) * 2,7 = 146,351 \text{ г},$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{II,III}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 146,351 + 23,95 + 51,05 = 221,351 \text{ г}.$$

Дані заносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри конструкцій корпусу

Параметр	I	II	III
$V, \text{ см}^3$	416,472	397,404	397,404
$m, \text{ г}$	173,917	221,351	221,351

3.3.5 Вибір оптимального варіанту.

Вибір оптимального варіанту конструкції здійснюють шляхом розрахунку показника:

$$K = \frac{m^i}{m^{\text{TЗ}}} K_m + \frac{V^i}{V^{\text{TЗ}}} K_v$$

де $V^{\text{TЗ}}, m^{\text{TЗ}}$ – об'єм та маса згідно технічного завдання;

K_m, K_v – вагові коефіцієнти, які визначають в залежності від умов експлуатації. Їх вибираємо наступними:

$$K_m = 1, K_v = 0,8.$$

Оптимальним буде той варіант, в якому показник K найменший.

За базовий приймаємо 1-й варіант компоновки приладу, інші два варіанти порівняємо з ним.

Для I варіанту:

$$K_1 = \frac{173,917}{173} \cdot 1 + \frac{416,472}{420} \cdot 0,8 = 1,799.$$

Для II варіанту :

$$K_2 = \frac{221,351}{173} \cdot 1 + \frac{397,404}{420} \cdot 0,8 = 2,036.$$

Для III варіанту :

$$K_3 = \frac{221,351}{173} \cdot 1 + \frac{397,404}{420} \cdot 0,8 = 2,036.$$

Розрахунок показує, що коефіцієнт K найменший для першого варіанту компоновання конструкції, тому він буде оптимальним.

3.4 Розробка конструкції друкованої плати

3.4.1 Вибір типу друкованої плати

Плати бувають односторонні, двосторонні (із з'єднанням шарів та без нього) та багатошарові (з послідовним з'єднанням шарів, з попарним з'єднанням шарів і з наскрізними отворами).

Односторонні плати характеризуються:

- а) установкою радіоелементів безпосередньо на поверхню матеріалів;
- б) можливим використанням додаткових перемичок (до 5%);
- в) низькою вартістю і 1-2-ми класами щільності.

Двосторонні плати характеризуються:

- а) високими комутативними якістьми;
- б) підвищеною міцністю з'єднання;
- в) більш високою вартістю.

При виборі типу друкованої плати потрібно врахувати техніко-економічні показники.

В якості економічного показника використовують зміну трудомісткості виготовлення 1 дм³ площі друкованої плати. Найбільш економічними у виробництві є односторонні плати – 0,5 н.год/дм², а найбільш дорогими є багатошарові і більше – 2,5 н.год/дм².

При конструюванні блоків такого рівня розміщення провідників у площинах x і y , а це можливо здійснити тільки по двосторонній технології.

Багатошаровий варіант дозволить зменшити площу монтажу приблизно в 1,5 рази, але трудомісткість збільшується в 4 рази.

Оскільки перед нами стоїть задача одержання пристрою з мінімальними витратами і високим рівнем підготовки виробництва, то вибираємо двосторонній варіант друкованої плати.

3.4.2 Вибір класу точності друкованої плати.

По точності виконання конструкції друкованих плат діляться на п'ять класів точності.

Друковані плати першого та другого класів найбільш прості у виконанні. Друковані плати третього класу і вище вимагають використання високоякісних матеріалів, інструментів і устаткування, але мають високу розподільну здатність.

Для даного виробу, з огляду на просте трасування та невисоку щільність монтажу оптимальним варіантом буде вибір 2-го класу точності друкованої плати (що не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання). Габаритні розміри плат даного класу обмежуються розмірами 380×380 мм.

Даний клас характеризується наступними елементами конструкції:

а) ширина провідника в широких місцях _____ 0,75 мм;

- б) ширина провідника у вузьких місцях _____ 0,45 мм;
 в) відстань між двома провідниками _____ 0,45 мм;
 г) гарантійний поясок зовнішнього шару _____ 0,2 мм;
 д) гарантійний поясок внутрішнього шару _____ 0,1 мм.

В широких місцях ширина провідника задається наступним класом – для другого це буде перший клас.

3.4.3 Вибір матеріалу друкованої плати.

Проектуючи конструкцію пристрою, необхідно звернути увагу на матеріали, конструктивні форми й розміри деталей.

До матеріалу висуваємо наступні вимоги:

- висока технологічність;
- високі електрофізичні властивості;
- можливість працювати в умовах вакууму;
- забезпечення високої адгезії;
- мінімальні механічні короблення.

Найчастіше для виготовлення друкованої плати використовують склотекстоліт і гетинакс, марок:

- ГФ – фольгований гетинакс;
- СФ – фольгований склотекстоліт;
- ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- СТФ – склотекстоліт теплостійкий.

Товщина ж друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Тому обираємо за матеріал для плати склотекстоліт фольгований СФ-2-35-1,5 ТУ16-503.271-86, двосторонній, який має товщину фольги 35 мкм, товщина матеріалу з фольгою 1,5 мм, діапазон робочих температур $-60...+120^{\circ}\text{C}$.

Основні характеристики:

- поверхневий електричний опір - не менше $1 \times 10^{12} \text{ Ом}$;
- об'ємний питомий електричний опір – $1 \times 10^4 \text{ Ом*м}$;
- тангенс кута діелектричних втрат при частоті 1 МГц – не більше 0,025;
- діелектричний проникність при частоті 1 МГц – не більше 6.

Він найбільше підходить для виготовлення друкованих плат за показниками надійності, технологічності, економічності і собівартості всієї конструкції. Склотекстоліт в якості матеріалу для друкованої плати має переваги над фольгованим гетинаксом та іншими матеріалами, тому що він має більш вищу механічну міцність і жорсткість, електричні та технологічні якості, і до того ж має більш вищі якісні параметри після обробки, ніж гетинакс. В якості припою необхідно використовувати припій рекомендується для пайки більшості елементів технічними умовами.

Для кращої герметизації встановлені електрорадіо елементи покриті одним із вологозахисних лаків типу СБ-1С. Він робить покриття тривким, стійким до вологи, тому що спеціально призначений для вологозахисту текстоліту. Робочі температури від -60 до $+150^\circ\text{C}$, що задовольняє технічному завданню й умовам експлуатації.

3.4.4 Розрахунок діаметрів контактних площадок.

Діаметр контактних площадок розраховується залежно від діаметрів отворів за формулою:

$$D_{\text{КП}} = d_{\text{отв}} + \Delta d_{\text{отв}} + 2 * \epsilon + \Delta t_{\text{в}} + \Delta t_{\text{тр}} + \sqrt{(T_{\text{д}}^2 + T_{\text{Д}}^2 + t_{\text{нв}}^2)}, \quad (3.10)$$

де $d_{\text{отв}}$ - діаметр отвору ,

$\Delta d_{\text{отв}}$ - верхній допуск на діаметр отвору;

ϵ - ширина гарантійного пояса,

$\Delta t_{\text{в}}$ - верхній допуск на ширину провідника;

$\Delta t_{\text{тр}}$ - допуск на підтравлювання діелектрика в отворі;

T_d - позиційний допуск розміщення отворів,

T_D - позиційний допуск розміщення центрів контактних площадок;

$\Delta t_{\text{нв}}$ - нижній допуск на ширину провідника.

Для двосторонньої плати другого класу значення параметрів наступні:

$\Delta d_{\text{отв}} = 0$ мм; $\epsilon = 0,1$ мм; $\Delta t_{\text{в}} = 0,1$ мм; $\Delta t_{\text{тр}} = 0$; $T_d = 0,08$ мм;

$T_D = 0,15$ мм; $\Delta t_{\text{нв}} = 0,1$ мм,

визначаємо загальний допуск:

$$\Delta D_{\text{КП}} = 0 + 2 * 0,1 + 0,1 + 0 + \sqrt{0,08^2 + 0,15^2 + 0,1^2} = 0,5 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

Діаметри отворів розраховуються за формулою:

$$d = d_{\text{вив}} + (0,2 \dots 0,4), \quad (3.12)$$

$d_{\text{вив}}$ – діаметри виводів радіоелементів.

В даному приладі елементи мають наступні діаметри виводів (по таблиці 1.16):

0,5; 0,6; 0,65; 0,7; 0,8 мм.

Здійснюємо оптимізацію діаметрів отворів:

$$d_1 = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_2 = 0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_3 = 0,65 + 0,15 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_4 = 0,7 + 0,3 = 1 \text{ мм};$$

$$d_5 = 0,8 + 0,2 = 1 \text{ мм}.$$

Маємо два діаметри отворів:

$$d_1 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_2 = 1 \text{ мм}$$

Знаходимо діаметр контактних площадок:

$$D_1 = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ мм};$$

$$D_2 = 1 + 0,5 = 1,5 \text{ мм}.$$

3.4.5 Розрахунок ширини провідників.

Розрахунок ширини провідників проводиться для шин живлення та для інформаційних провідників.

Для шин живлення:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} t} \quad (3.13)$$

де $j_{\text{доп}}$ - допустима густина струму, для двосторонньої плати, виготовленої хімічним методом, $j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$,

t - товщина провідника, $t = 35 \text{ мкм}$,

I_{\max} - максимальний постійний струм, який проходить через провідник, $I_{\max} = 0,75 \text{ А}$.

$$b_{\min} = 0,75 / (48 * 0,035) = 0,446 \text{ мм} = 446 \text{ мкм} (>450 \text{ мкм}).$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги :

$$b_{\min} = \frac{I_{\max} * \rho * l_{\max}}{\Delta U_{\text{доп}} * t}, \quad (3.14)$$

де ρ - питомий опір провідників, $\rho = 0,05 \text{ Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}$,

I_{\max} – струм, який проходить по провіднику, $I_{\max} = 0,75 \text{ А}$,

l_{\max} – максимальна довжина провідника, $l_{\max} = 0,453 \text{ м}$,

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги (становить 5% від напруги живлення $U_{\text{доп}} = 30 * 0,05 = 1,5 \text{ В}$),

t – товщина провідника.

$$b_{\min} = (0,75 * 0,05 * 0,453) / (1,5 * 0,00035) = 0,324 \text{ мм} = 324 \text{ мкм} (<450 \text{ мкм}).$$

Розраховане значення ширини провідників не перевищує обраних.

3.5 Розрахунок плати на вібростійкість

Визначаємо частоту власних коливань за формулою:

$$f_0 = \frac{\pi}{2 * a^2} \left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right) \sqrt{\frac{D}{M} ab}, \quad (3.15)$$

де a , b – довжина і ширина плати: $a = 120 \text{ мм}$, $b = 70 \text{ мм}$;

D-циліндрична жорсткість:

$$D = \frac{E * h^3}{12 * (1 - \nu^2)}, \quad (3.16)$$

де E – модуль пружності, для фольгованого склотекстоліту з друкованою схемою $E = 3,2 * 10^{10} \text{ Н/м}^2$;

h - товщина плати, $h = 1,5 \text{ мм}$;

ν - коефіцієнт Пуассона, $\nu = 0,22$;

M - маса плати з радіoeлементами,

ρ - густина склотекстоліту, $\rho = 1,9 \text{ г/см}^3$

$M_{\text{ел}}$ – сумарна маса елементів

$$M = \rho \cdot a \cdot b \cdot h + M_{\text{ел}} = 1,98 \cdot 12 \cdot 7 \cdot 0,15 + 39,05 = 64 \text{ г.}$$

$$D = \frac{3,2 \cdot 10^{10} \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{12(1 - 0,22^2)} = 9,458;$$

$$f_0 = \frac{3,14}{2 \cdot 0,12^2} \left(1 + \frac{0,12^2}{0,07^2}\right) \sqrt{\frac{9,458}{0,064} \cdot 0,12 \cdot 0,07} = 478,513 \text{ Гц.}$$

$$f \neq f_p, \quad 50 \text{ Гц} \neq 478,513 \text{ Гц.}$$

Отже, частота власних коливань не співпадає з резонансною частотою, а співвідношення розмірів плати задовольняють вимогам вібростійкості.

Визначаємо коефіцієнт динамічності за формулою:

$$K_{\text{дин}} = \frac{\sqrt{(1 + [K_1(x)K_1(y) - 1]\eta_{11}^2)^2 + \varepsilon_{11}^2 \eta_{11}^2}}{\sqrt{(1 - \eta_{11}^2)^2 + \varepsilon_{11}^2 \eta_{11}^2}}, \quad (3.17)$$

де $K(x)$, $K(y)$ – залежність коефіцієнта від коливань. Коли обидва краї закріплені $K(x) = K(y) = 1,3$;

η - коефіцієнт розстроювання:

$$\eta = f/f_p = 50/478,513 = 0,104;$$

ε - показник затухання $\varepsilon = \lambda/\pi \approx 0,01$;

λ - декремент затухання $\lambda = (2 \dots 10) * 10^{-2}$.

Маємо:

$$K_{\text{дин}} = \sqrt{\frac{(1 + [1,3 \cdot 1,3 - 1] \cdot 0,104^2)^2 + 0,01^2 \cdot 0,104^2}{(1 - 0,104^2)^2 + 0,01^2 \cdot 0,104^2}} = 1,018.$$

Віброзміщення визначається за формулою:

$$S_B = \xi_0 * K_d,$$

$$\xi_0 = \frac{a_0}{4\pi^2 (f_p)^2}$$

де a_0 – віброприскорення згідно технічного завдання, $a_0 = 2g = 19,8 \frac{M}{c^2}$,

$$\xi_0 = \frac{19,8}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 478,513^2} = 2,193 \cdot 10^{-6} \text{ мм},$$

$$S_B = 2,193 \cdot 10^{-6} \cdot 1,018 = 2,232 \cdot 10^{-6} (\hat{i} \hat{i});$$

віброприскорення:

$$a_B = \dot{a}_0 \cdot \hat{E}_A = 19,8 \cdot 1,018 = 20,156 (\hat{i} / \hat{n}^2).$$

Визначаємо прогин плати:

$$\delta_{\text{доп}} = S_B - \xi_0 = 2,232 \cdot 10^{-6} - 2,193 \cdot 10^{-6} = 3,9 \cdot 10^{-8} (\hat{i} \hat{i}),$$

$$\delta_{\text{гран}} = \delta_{\text{дв}} \cdot h^2 = 3,9 \cdot 10^{-8} \cdot 1,5^2 = 8,775 \cdot 10^{-8} (\hat{i} \hat{i}).$$

Як видно з розрахунків, прогин друкованої плати не перевищує допустимого значення, можна сказати, що вібраційні навантаження не вплинуть на роботу пристрою.

Розрахунок на дію удару

Цей розрахунок здійснюється для перевірки міцності при транспортуванні (в упакованому вигляді).

Враховуючи те, що максимальну дію створює імпульс прямокутної форми, перевірку умов удароміцності необхідно провести для цього імпульсу.

Умовна частота ударного імпульсу визначається:

$$\omega = \pi / \tau, \quad (3.18)$$

де ω - тривалість ударного імпульсу τ мс.

$$\omega = 300 \text{ с}^{-1}$$

Коефіцієнт передачі при ударі:

$$K_y = 2 \sin(\pi / 2V), \quad (3.19)$$

де V - коефіцієнт розстройки, $V = \omega / 2\pi f = 0,1$

$$K_y = 0,54$$

Ударне прискорення розраховується:

$$a_y = N_y \cdot K_y, \quad (3.20)$$

де N_y - амплітуда прискорення ударного імпульсу. $N_y = 49$ мс.

$$a_y = 0,026$$

Максимальне відносне переміщення визначається:

$$Z_{\max} = 2N_y / 2\pi f_0 \sin(\pi/2V), \quad (3.21)$$

Для друкованої плати повинна виконуватись умова: $Z_{\max} < 0,003b$

$$Z_{\max} = 1,208 \cdot 10^{-4} < 2,1 \cdot 10^{-4}$$

Провівши розрахунки приходимо до висновку, що обраний спосіб кріплення друкованої плати (чотири отвори по краях плати) та її товщина забезпечують найменшу частоту власних коливань, найбільше вібропереміщення при дії вібрації і найменше ударне прискорення при дії ударів. Цей вибір обумовлюється також тим, що дія вібрації відбувається лише під час транспортування приладу.

3.6 Аналіз електромагнітної сумісності елементів друкованої плати

Сумісність є одним з основних параметрів виробу, після розрахунків якого робляться висновки про вірність вибраної схеми та конструкції виробу. Надійність приладу визначається надійністю та кількістю елементів, які використовуються, кількістю зв'язків між ними, способами кріплення елементів та видами їх з'єднань між собою, а також впливом зовнішніх факторів, теплових та електричних навантажень елементів приладу.

Розрахунок надійності пристрою полягає у визначенні показників надійності виробу за відомими характеристиками надійності складових

елементів і умовами експлуатації. Вихідними показниками розрахунку надійності є інтенсивності відмов радіоелементів за нормальних умов.

Скористаємось методикою розрахунку експлуатаційної надійності за допомогою математичних моделей.

В загальному випадку математична модель має вигляд:

$$\lambda_e = \lambda_0 \cdot \prod_i k_i, \quad (3.22)$$

де λ_e – експлуатаційна інтенсивність відмов, c^{-1} ;

λ_0 – інтенсивність відмов за нормальних умов і номінального електричного навантаження, c^{-1} ;

K_i – складові коефіцієнти математичної моделі.

Для електронної апаратури сумарна інтенсивність відмов:

$$\lambda_{EA} = K_{AM} \cdot K_{OBSL} \cdot \sum_{i=1}^N \lambda_{ei}, \quad (3.23)$$

де K_{AM} – коефіцієнт, який залежить від амортизації електронної апаратури; за відсутності системи амортизації у виробі (як у нашому випадку) $K_{AM} = 1$;

K_{OBSL} – коефіцієнт, який залежить від якості технічного обслуговування електронної апаратури; для побутових виробів $K_{OBSL} = 1$;

λ_{ei} – експлуатаційна інтенсивність i -го типу електронної апаратури;

n – кількість типів електронних елементів у пристрої.

Оскільки пристрій – стаціонарний, використовується в лабораторних умовах, то коефіцієнт умов експлуатації $K_e = 1$, запишемо математичні моделі для кожного з елементів конструкції і обчислимо значення інтенсивностей відмов.

Для конденсаторів:

$$\lambda_E = \lambda_{OCr} \cdot K_P \cdot K_C \cdot K_e, \quad (3.24)$$

де K_P – коефіцієнт навантаження, визначається з таблиці.

K_C – коефіцієнт, що залежить від ємності конденсатора.

Оскільки на конденсаторі максимальна напруга падає тоді, коли вона

рівна напрузі живлення, то відношення U/U_H :

$$\frac{U}{U_f} = \frac{25}{30} = 0,8,$$

тому $K_P = 0,15$, а $K_C = 0,8$ (в середньому), то матимемо:

$$\lambda_E = 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,0012 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1}).$$

Для мікросхем:

$$\lambda_E = \lambda_0 \cdot K_e, \quad (3.25)$$

$$\lambda_E = 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,1 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1}).$$

Для постійних недротяних вуглецевих резисторів:

$$\lambda_E = \lambda_{0CF} \cdot K_P \cdot K_e \cdot K_R, \quad (3.26)$$

де K_P – коефіцієнт навантаження, визначається згідно табличних даних;
 $K_P = 0,57$;

K_R – коефіцієнт, що залежить від опору резистора, згідно табличних даних, $K_R = 0,7$ (для резисторів опором 1...100 кОм). Маємо:

$$\lambda_E = 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot 0,57 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,004 \cdot 10^{-6} (\text{год}^{-1}).$$

Таблиця 3.3–Експлуатаційні інтенсивності відмов елементів пристрою

Елементи	Експлуатаційна Інтенсивність, $\times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$	Кількість елементів	Сумарна інтенсивність, $\times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$
Мікросхеми	0,1	4	0,4
Конденсатори	0,0012	8	0,0096
Резистори	0,004	12	0,048
Пайка	0,01	165	1,65
Плата	0,5	1	0,5
Корпус	0,05	1	0,05
Запобіжник	0,03	1	0,03
Діоди	0,1	5	0,5
Транзистор	0,1	1	0,1
Роз'єми	0,15	2	0,3
Джампер	0,005	2	0,05

Сумарна інтенсивність відмов:

$$\sum \lambda = (0,4 + 0,0096 + 0,048 + 1,65 + 0,5 + 0,05 + 0,03 + 0,5 + 0,1 + 0,3 + 0,05) \cdot 10^{-6} = 3,6376 \cdot 10^{-6} \text{ (Год)}$$

Надійність пристрою характеризується напрацюванням на відмову, що обчислюється за формулою:

$$T = \frac{1}{\sum \lambda}, \quad (3.27)$$

Підставимо дані:

$$\dot{O} = \frac{1}{3,6376 \cdot 10^{-6}} = 274900 \text{ [год]}.$$

Середній час напрацювання на відмову складає $T = 274900$ год.

3.7 Трасування друкованої плати

Для даного виробу, з огляду на ускладнене трасування та високу щільність монтажу (для мінімізації виробу) оптимальним варіантом буде вибір 3-го класу точності друкованої плати (не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання).

Даний клас характеризується наступними елементами конструкції:

- а) ширина провідника в широких місцях - 0,25 мм;
- б) відстань між двома провідниками - 0,25 мм;
- в) гарантійний поясок зовнішнього шару - 0,1 мм;

Установка навісних елементів на друкованій платі здійснюється згідно з ГОСТ4.010.008 та ГОСТ4.010.009. При розташуванні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація габаритних розмірів, забезпечення тепловідводу та ремонтпридатності.

Під час трасування провідників необхідно досягти мінімальних довжин зв'язків, мінімізації паразитних зв'язків між провідниками та елементами і,

якщо можливо, то потрібно виконати рівномірне розподілення навісних елементів на платі.

Далі всі операції здійснюємо автоматизовано, використовуючи систему автоматизованого проектування OrCAD 9.2.

Таким чином, створивши електричну принципову схему пристрою і промодельовавши її частину, приступаємо до розробки друкованої плати.

Завантаживши OrCAD 9.2 Layout, вибираємо опцію File / New.

Спершу вводимо ім'я технологічного шаблону – default.tch із стандартного набору OrCAD 9.2.

Далі вибираємо із робочої директорії файл списку з'єднань shema.mnl, в якому у вигляді таблиці описано усі електричні з'єднання між елементами для трасування.

Після цього задаємо назву файлу плати, яку створимо – він матиме розширення * .max; для спрощення називаємо його shema.max.

Під час завантаження списку з'єднань для кожного символу схеми в бібліотеках корпусів компонентів *.LLB (Footprint Libraries) обирається відповідний корпус (що контролюється за допомогою атрибута PCB Footprint чи з допомогою файлу System.prt) [13].

Після завершення завантаження списку з'єднань на робочому екрані OrCAD 9.2 Layout отримали корпуси компонентів даного проекту з електричними зв'язками.

Задаємо в меню Options / Sistem Settings міліметрову сітку поля, що дозволить зручніше рисувати та здійснювати розміщення компонентів.

Обираємо команду Tool / Obstacle / New і рисуємо межу для розміщення компонентів і трасування.

Далі розміщуємо компоненти, які повинні мати фіксовані посадочні місця на платі. Це – роз'єми та деякі мікросхеми. Здійснюємо цю операцію за допомогою команди Tool / Component / Select Tool – по черзі ставимо компоненти на відповідне місце, обов'язково фіксуємо їх командою Tool / Component / Fix, щоб після автоматичного розміщення вони не змістилися.

Потім командою Auto / Place / Board задаємо програмі самій розмістити компоненти, що лишилися, у вільну задану область.

Тепер задаємо в закладках ширину провідників і т. д., щоб перейти до безпосереднього трасування плати.

Командою Auto / Autoroute / Board запускаємо на виконання програму автоматичного трасування плати. Глобальні параметри стратегії автотрасування задані в діалоговому вікні, яке відкривається по команді Options > Route > Setting. Всі інші параметри задані в діалогових вікнах, що відкриваються по командах Options > Route Strategies.

3.8 Тепловий розрахунок пристрою

В процесі виробництва, зберігання і експлуатації пристрій зазнає дії різних температур. Сам пристрій є джерелом тепла, оскільки ККД мікросхеми становить 50...60%, тому значна кількість енергії виділяється у вигляді тепла. Якщо ця енергія не розсіюється, то підвищується температура пристрою і зростає інтенсивність відмов.

Визначимо тепловий режим і виберемо систему охолодження згідно з методикою. Початковими даними для розрахунку є наступні:

- внутрішні розміри пристрою: $0,13 \times 0,08 \times 0,033$ м;
- внутрішній об'єм пристрою $V = 3,432 \cdot 10^{-4}$ м³;
- потужність споживання:

$$P = P_{\text{рез}} + P_{\text{мік}} \approx 34,7(\text{Вт});$$

де $P_{\text{рез}}$ – потужність споживання резисторів, $P_{\text{мік}}$ – мікросхем.

- коефіцієнт заповнення $K_{\text{ЗАП}} = 0,2$;
- максимальна температура навколишнього середовища (вибирається за найменшою температурою з гранично допустимих для всіх елементів)

$$T_{\text{max}} = +85^{\circ}\text{C} = 358\text{K};$$

- гранично допустиме перегрівання повітря в пристрої (за максимальної

- температури повітря $T_{\text{пов}} = 39^{\circ}\text{C} = 312\text{K}$:

$$\theta_{\text{в.дон}} = 358 - 312 = 46(\text{K}).$$

Визначаємо коефіцієнт форми пристрою:

$$K_0 = \frac{H}{\sqrt[3]{V}}, \quad (3.28)$$

де:

H – висота блоку, м;

V – внутрішній об'єм пристрою, м^3 ;

$$K_0 = \frac{0,033}{\sqrt[3]{3,432 \cdot 10^{-4}}} = 0,471.$$

Визначаємо площу поверхні відведення тепла за формулою:

$$S_3 = \sqrt[3]{V^2} \cdot \left(\frac{2}{K_0} + 4 \cdot K_{\text{зап}} \cdot \sqrt{K_0} \right), \quad (3.29)$$

отримаємо:

$$S_{\text{с}} = \sqrt[3]{(3,432 \cdot 10^{-4})^2} \cdot \left(\frac{2}{0,471} + 4 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{0,471} \right) = 0,024(\hat{\text{ м}}^2).$$

Визначаємо питомий тепловий потік нагрітої зони:

$$q_3 = \frac{\Phi}{S_3} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right], \quad (3.30)$$

де Φ – потужність розсіювання, яка становить 40% від споживаної потужності:

$$\Phi = 0,4 \cdot 34,7 = 13,88(\text{Вт});$$

$$q_3 = \frac{13,88}{0,024} = 578,333(\text{Вт} / \text{м}^2).$$

Перегрівання для апаратури з природною конвекцією:

$$M[\theta_B] = 39\text{K}.$$

Порівнюємо значення $\theta_{\text{в.дон}} = 46\hat{\text{Е}}$ і отримане значення:

$$\theta_{\text{в.дон}} > M[\theta_B],$$

а отже, забезпечено умови нормального теплового режиму, і природної конвекції для цього достатньо.

3.9 Моделювання частини схеми за допомогою програми OrCAD

Оскільки в селекторі супутникових аналогових каналів використовуються спеціалізовані мікросхеми, вихідний сигнал яких є підсиленим внутрішніми підсилювачами, то доцільно розглянути модель одного з підсилювальних каскадів на високочастотному транзисторі КТ699А-9. Для цього скористаємося програмою OrCAD, що належить до прикладних програм САПР і дозволяє отримувати характеристики як елементів кола, так і цілих схем. Проаналізуємо транзистор, подавши на його вхід сигнал синусоїдальної напруги з частотою 4 МГц (як у кварцового генератора у синтезаторі частот). Задавши напругу живлення транзистора (+30 В), на вихід підключаємо навантаження опором 1000 Ом (зображено на рисунку 2.4).

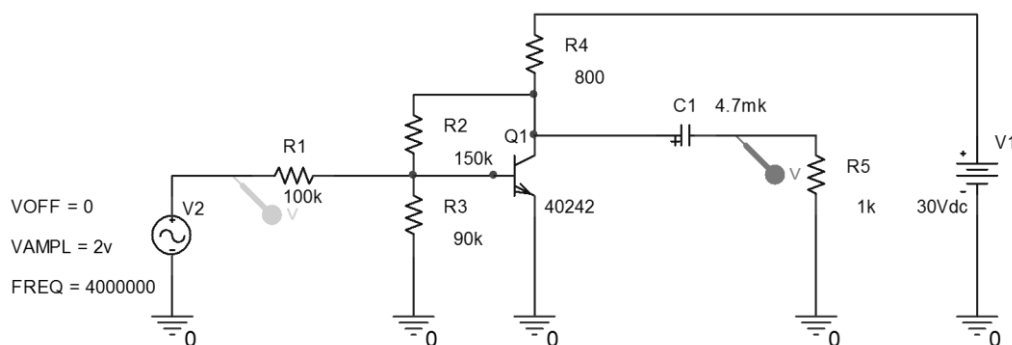


Рисунок 3.4 – Схема транзисторного підсилювача для моделювання.

В результаті ми отримаємо вихідну характеристику підсилювального каскаду (рисунки 2.4), що підтверджує поворот фази вхідного сигналу на 180° на виході підсилювача, а також підтверджує ефективну роботу транзистора КТ699А-9 в даному діапазоні частот.

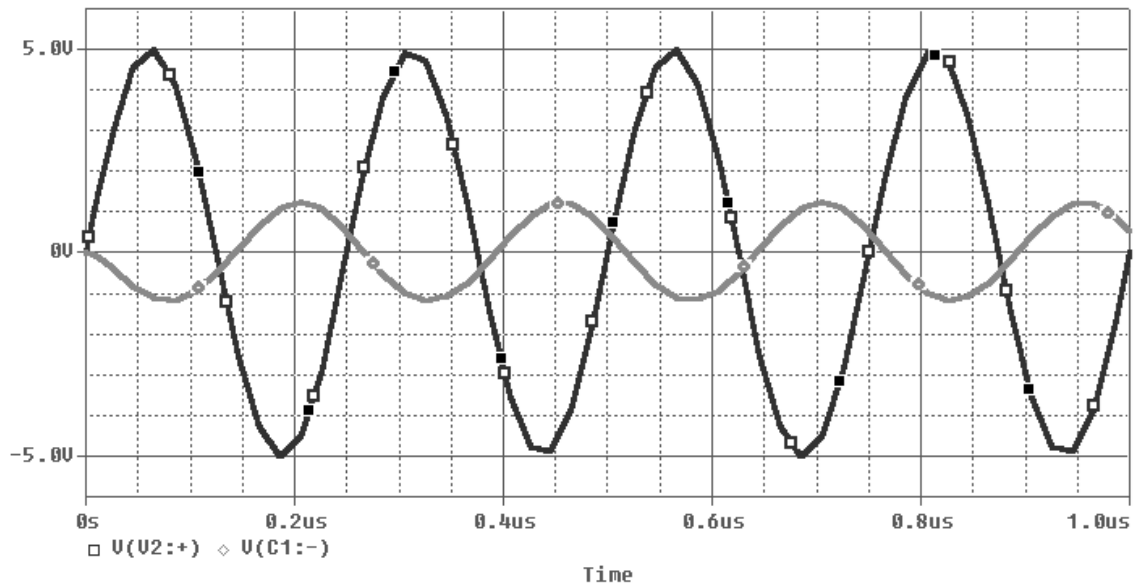


Рисунок 3.5 – Результати моделювання за нормальних умов.

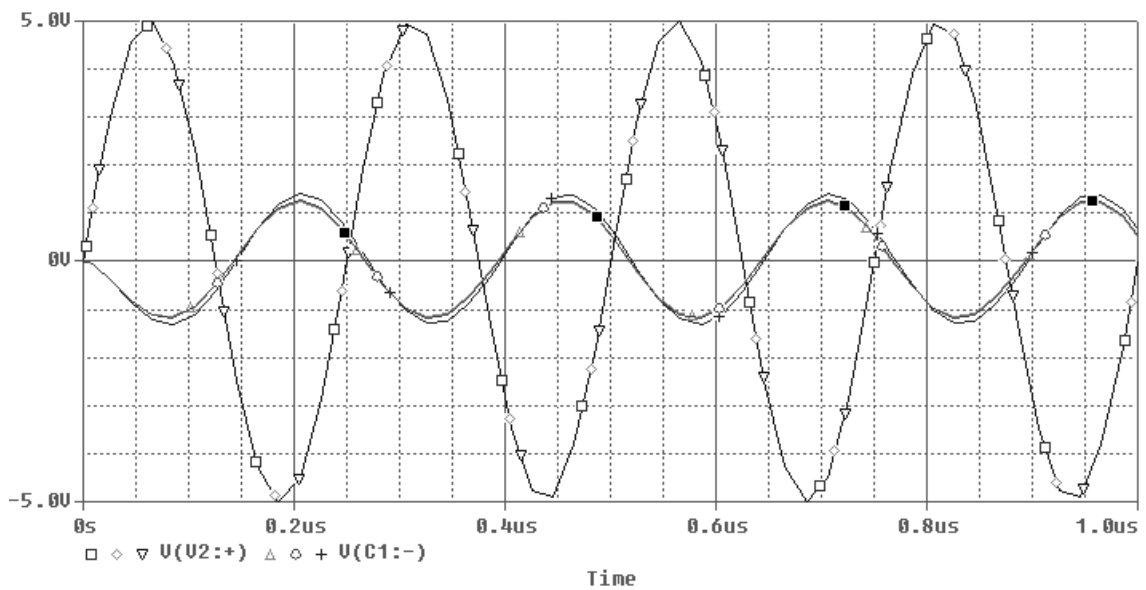


Рисунок 3.6 – Результати моделювання за трьох температурних режимів;
 $t_1 = 25^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 35^{\circ}\text{C}$, $t_3 = 85^{\circ}\text{C}$.

Оскільки пристрій працює в діапазоні температур від -20°C до $+35^{\circ}\text{C}$, то проведемо аналіз роботи підсилювача за трьох температур: номінальної, максимальної, та найменшої з максимально допустимих для елементів у селекторі - $+25^{\circ}\text{C}$, $+35^{\circ}\text{C}$ та $+85^{\circ}\text{C}$. Результати можна спостерігати на рисунку 3.6.

Отже, підсилювач працює стабільно не лише в діапазоні надвисоких

частот, а й має низьку чутливість до зміни температури: вихідний сигнал має стабільне значення, навіть при коливаннях вхідного сигналу.

Таким чином, в конструкторській частині проекту здійснено розрахунок конструктивних параметрів пристрою, тепловий і надійнісний розрахунок, обрано оптимальний варіант конструкції та здійснено моделювання транзисторного підсилювача у програмі OrCAD.

3.10 Аналіз конструкторсько-технологічних характеристик

Основний зміст робіт по забезпеченню технологічності конструкції виробу на всіх стадіях розробки конструкторської документації проведено згідно ГОСТ 14.201-83. Технологічність конструкції виробу можна оцінити кількісно і якісно.

Технологічність конструкції є однією з важливих характеристик виробу. Розрізняють виробничу і експлуатаційну технологічність. Виробнича технологічність конструкції виробу проявляється в скороченні затрат коштів і часу на конструкторсько-технологічну підготовку виробництва і процеси виготовлення, включаючи контроль і випробування. Експлуатаційна технологічність в скороченні затрат часу і коштів на технологічне обслуговування і ремонт виробу.

Вимоги, що ставляться до технологічності конструкції, змінюються в залежності від виду виробу, об'єму випуску і типу виробництва. Виріб, технологічний в умовах малосерійного випуску, може бути нетехнологічним при масовому виготовленні. Найбільш доцільним є обробка технологічності конструкції під час її проектування.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції загально на основі досвіду виконавця. Така оцінка припустима на всіх стадіях проектування, коли відбувається вибір найкращого конструкторського рішення і не вимагається визначення ступеня технологічності варіантів, що порівнюються. Якісна оцінка в процесі проектування передувала кількісній і

визначає доцільність її проведення.

Кількісна оцінка відбувається за допомогою системи базових показників.

Базові показники технологічності для електронної апаратури, що визначаються на стадії розробки робочої документації, їх ранжирована послідовність щодо вагової значимості, приведені в таблиці 3.1.

Значення базових показників застосовуються в межах $0 \leq K \leq 1$. Збільшення показника відповідає більш високій технологічності виробу.

Таблиця 3.5 Значення базових показників

Показники технологічності	Позначення	Коефіцієнт φ_i
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ до монтажу	K_1	1.0
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	K_2	1.0
Коефіцієнт складності зборки	K_3	0.75
Коефіцієнт механізації контролю і налагодження	K_4	0.5
Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей	K_5	0.31
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	K_6	0.187
Коефіцієнт складності обробки	K_7	0.11

Коефіцієнт φ_i залежить від порядкового номера основних показників технологічності, ранжирована послідовність яких встановлюється експертним шляхом:

$$\varphi = i / 2^{i-1} \quad (3.31)$$

де i — порядковий номер показника в ранжированій послідовності.

Коефіцієнт механізації підготовки електрорадіоелементів до монтажу

$$K_1 = N_{AEPE} / N_{EPE} \quad (3.32)$$

де N_{AEPE} – кількість електрорадіоелементів, які можуть бути підготовлені до встановлення на плату автоматизовано;

N_{EPE} – загальна кількість EPE.

$$K_1 = 78/83 = 0,94.$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу

$$K_2 = N_{AMЗ} / N_{MЗ} \quad (3.33)$$

де $N_{AMЗ}$ – кількість монтажних з'єднань, які можуть бути встановлені на плату автоматизовано;

$N_{MЗ}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

$$K_2 = 339/373 = 0,9$$

Коефіцієнт складності зборки

$$K_3 = 1 - N_{ТВ} / N_B; \quad (3.34)$$

де $N_{ТВ}$ – кількість типорозмірів вузлів, які потребують регулювання;

N_B – загальна кількість типорозмірів вузлів,

$$K_3 = 1 - 1/5 = 0,8.$$

Коефіцієнт механізації контролю і налагодження

$$K_4 = N_{AO} / N_O, \quad (3.35)$$

де N_{AO} – кількість операцій контролю і настройки;

N_O – загальна кількість операцій настройки,

$$K_4 = 3/4 = 0,75.$$

Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталі

$$K_5 = N_{np} / N_B, \quad (3.36)$$

де N_{np} – кількість деталей, які виготовляються за допомогою прогресивної технології;

N_B – загальна кількість типорозмірів,

$$K_5=2/5=0,25,$$

Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ

$$K_6 = 1 - N_{TEPE} / N_{EPE}, \quad (3.37)$$

де N_{TEPE} – кількість типорозмірів;

N_{EPE} – загальна кількість ЕРЕ.

$$K_6=1-5/83=0,94.$$

Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ

$$K_7=1-N_{ТП}/N_{EPE}, \quad (3.38)$$

де $N_{ТП}$ – кількість типорозмірів, які потребують спеціальної підготовки або підстроювання;

N_{EPE} – загальна кількість ЕРЕ.

$$K_7=1-5/83=0,94.$$

Основним показником, що використовується для оцінки технологічності конструкції є комплексний показник технологічності конструкції виробу

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i} = \frac{K_1 \cdot \varphi_1 + K_2 \cdot \varphi_2 + \dots + K_n \cdot \varphi_n}{\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n}, \quad (3.39)$$

де K_i – значення i -го базового показника;

φ_i – вагомість i -го базового показника;

n – загальна кількість часних показників;

i – порядковий номер в ранжированій послідовності.

$$K = \frac{1,0 \cdot 0,94 + 1,0 \cdot 0,9 + 0,75 \cdot 0,8 + 0,5 \cdot 0,75 + 0,31 \cdot 0,25 + 0,187 \cdot 0,94 + 0,11 \cdot 0,94}{1,0 + 1,0 + 0,75 + 0,5 + 0,31 + 0,187 + 0,11} = 0,82$$

Рівень технологічності конструкції виробу при відомому нормативному показнику оцінюється відношенням отриманого комплексного показника до нормативного, яке повинне задовільняти умові $K/K_H > 1$.

Нормативне значення показника K_H технологічності електронних

пристроїв для середньосерійного виробництва складає 0,4.

Перевіримо вище вказану умову

$$K/K_H = 0,82/0,4 = 2$$

З отриманого розрахунку можна зробити висновок, що рівень технології розробки знаходиться на потрібному рівні.

3.11 Розробка технології складання пристрою

3.11.1 Технологічний процес виготовлення друкованої плати.

Важливим фактором, що визначає темпи розвитку технічного прогресу, є електронні засоби. Конструювання є складовою частиною процесу створення цих засобів і являє складний комплекс взаємопов'язаних задач, вирішення яких можливе тільки на основі системного підходу з використанням знань в галузі сучасної технології, схемотехніки, теплофізики, естетики та інших прикладних дисциплін. Швидке створення пристроїв можливо здійснити тільки при широкому використанні засобів автоматизованого конструкторського проектування. Важливим елементом створення пристроїв є виготовлення корпусу деталі.

Вибір методу одержання заготовки значною мірою визначають фізико-хімічні властивості матеріалу, з якого виготовляють деталь. При виготовленні деталей використовують різні матеріали, які можуть перебувати в різному стані: порошок, гранули, лист. У зв'язку з цим можуть бути задіяні різні методи виготовлення заготовок (лиття, штампування, пресування, спеціальні методи обробки тиском, електорофізичні та електрохімічні методи, тощо).

Передню панель корпусу виготовлено із пластмаси. Це дає йому ряд переваг, деталі із пластмас легкі, протистоять корозії, мають естетичний зовнішній вигляд.

Серед основних методів виготовлення деталей із пластмас найбільш поширені лиття, механічна обробка та штампування. Отже, можна запропонувати кілька методів виготовлення даної деталі, але розглянемо для

порівняння 2 методи: гаряче штампування та метод фрезерної обробки.

Щоб визначити, який з методів оптимальніший, розглянемо етапи процесів та розрахуємо собівартості виготовлення деталей для обох процесів.

3.11.2 Технологія монтажу елементів на друкованій платі

Процес виготовлення виробів методом механообробного виробництва відповідає класу 06.

Деталь неметалева і не є тілом обертання тому має підклас 063.

Оскільки деталь не має внутрішні та зовнішні поверхні обертання, вона відповідає групі 0630.

Деталь має площу фрезерування більшу 250 мм², тому належить до підгрупи 02.

Таким чином, код технологічного процесу виготовлення кришки фрезеруванням – 063002.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з розробки та дослідження характеристик гемоаналізатора

В даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з розробки та дослідження характеристик гемоаналізатора.

Для економічного розрахунку проведення НДР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат [2].

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [2]:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці, 22 дн;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.1– Основна заробітна плата розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	11100,00	504,55	44	22200,00
2. Ст. науковий співробітник	9830,00	446,82	31	13851,36
3. Інженер-схемотехнік	8260,00	375,45	12	4505,45
4. Консультант (лікар-гематолог вищ. кат)	8520,00	387,27	8	3098,18
5. Інженер-конструктор БМА, 1 кат.	8460,00	384,55	31	11920,91
6. Технік	5200,00	236,36	44	10400,00
7. Лаборант	5000,00	227,27	22	5000,00
Разом прибіл.				70975,91

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють підготовку лабораторії, формування схеми, складання та попереднє налагодження гемоаналізатора, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (4.2)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n — число робіт по видах та розрядах;

K_c — коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1$;

C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_n \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (4.3)$$

де, M_n - мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_n = 4173,00$ грн.;

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дн;

$T_{зм}$ — тривалість зміни, $T_{зм} = 8$ годин.

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 4.2 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудоміст-кість, нормо-годин	Розряди роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Підготовка приміщення	8,0	1	1	23,71	189,68
2. Розміщення обладнання	8,0	1	1	23,71	189,68
3. Монтаж схеми макету	4,0	4	1,5	35,57	142,26
4. Наладка схеми	1,5	5	1,7	40,31	60,46
5. Випробування схеми	0,5	4	1,5	35,57	17,78
6. Виготовлення друкованої плати	2,6	5	1,7	40,31	104,80
8. Монтаж плати	0,8	4	1,5	35,57	28,45
9. Складання пристрою	4,5	3	1,35	32,01	144,04
10. Наладка пристрою	2,5	5	1,7	40,31	100,77
Регулювання компонентів пристрою	0,75	5	1,7	40,31	30,23
Випробування пристрою	0,5	3	1,35	32,01	16,00
Регулювання пристрою	0,25	5	1,7	40,31	10,08
Разом прибіл.					138 4,20

Додаткова заробітна плата розробників та робітників, які приймали участь в розробці гемоаналізатора.

Розраховується як 12 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 12 / 100\% \quad (4.4)$$

$$Z_d = (70975,91 + 1384,20) \cdot 12 / 100 \% = 8683,21 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_z = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\% \quad (4.5)$$

$$H_z = (70975,91 + 1384,20 + 8683,21) \cdot 22 / 100\% = 17829,53 \text{ (грн.)}$$

Витрати на матеріали, що були використані на розробку блоків та вузлів, ведення НДДКР, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.6)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.3– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено одиниць	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Папір канцелярський	уп.	95,00	4,0	380,00
Компакт-диски	шт.	11,10	5,0	55,50
Канцелярські товари	компл.	155,00	6,0	930,00
Офісне начиння	комплект	194,00	5,0	970,00
Тонер для принтера	кг	5990,00	0,02	119,80
Флюс	кг	170,00	0,2	34,00
Припій ПОС-61	кг	1259,00	0,2	251,80
Провід монтажний	м	15,00	4,0	60,00
Лак	кг	135,75	0,20	27,15
Склотекстоліт	кг	540,00	0,35	189,00
Полістирол ударостійкий білий	кг	730,00	0,20	146,00
Шуруп 3,5×10	кг	120,00	0,5	60,00
Спирт медичний	л	85,00	0,2500	21,25
Розчин дезінфікуючий	л	52,00	0,1000	5,20
Реагент ділюєнт	л	3044,00	0,0100	30,44
Розчин лизируючий	л	3500,00	0,0100	35,00
Ощищувач	л	65,00	0,2000	13,00
Пробірки лабораторні	шт	1,50	100,0	150,00
Імітатор крові (геморозчин)	л	530,00	0,5	265,00
Вода дисцильована	л	12,00	100,0	1200,00
Всього				5068,14

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 5068,14 \cdot 1,1 = 5574,95 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на розробку гемоаналізатора, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.7)$$

де: H_i — кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i — покупна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.4 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Конденсатор К10-17А-0,1мкФ	1	2,00	2,00
Конденсатор К50-35-10мкФ-10В	2	5,00	5,00
Конденсатор К10-17А-2,2нФ	1	2,00	2,00
Конденсатор К10-17А-0,1мкФ	2	5,60	5,60
Конденсатор К50-35-2200мкФ-50В	1	2,40	2,40
Конденсатор К10-17А-0,1мкФ	3	3,75	3,75
Діод L-132ХНТ	1	3,00	3,00
Діод 1N4148	3	15,00	15,00
Діод L-132ХНТ	1	15,00	15,00
Мікросхема L298N	1	65,00	65,00
Мікросхема L6210	1	45,00	45,00
Мікросхема 74НС244	1	25,00	25,00

Продовження таблиці 4.4

Мікросхема L297	1	68,00	68,00
Запобіжник H520PT-2,5 А	1	10,00	10,00
Резистор С2-23-0,125-680 Ом ± 5%	2	6,00	6,00
Резистор НР-1-4-9М - 10 кОм	1	5,00	5,00
Резистор С2-23-0,125-10 кОм ± 5%	2	4,00	4,00
Резистор РК-1233N1-10 кОм	1	3,00	3,00
Резистор С2-23-0,125-10 кОм ± 5%	3	12,00	12,00
Джампера MJ-C-8,5	2	50,50	50,50
Діод L-132ХНТ	5	40,00	40,00
Плата	2	90,00	90,00
Разом прибл.			477,25

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 477,25 \cdot 1,1 = 524,28 \text{ (грн.)}$$

Амортизація обладнання, яке використовувалось для проведення розробки та дослідження гемоаналізатора

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц}{T_B} \cdot \frac{T}{12} \quad (4.8)$$

де Ц – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

T_B – термін корисного використання, років;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Проведені розрахунки амортизаційних відрахувань заносимо в таблицю

Таблиця 4.5- Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк експлуатації, ї	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	18450,00	4	2	768,75
Комплект контрольно-вимірювальної апаратури	10250,00	5	2	341,67
Монтажне обладнання	2450,00	4	2	102,08
Паяльна станція	1820,00	3	2	101,11
Програмне забезпечення	8420,00	2	2	701,67
Всього				2015,28

Витрати на оренду приміщень

Витрати на оренду приміщення O_p розраховується за формулою:

$$O_p = c \cdot S_b (\text{грн.}),$$

де: c – вартість 1 кв. метра ореднованої площі, 350,00 грн./кв.м,

S_b – виробнича площа, яка необхідна для проведення розробки виробу, $S_b = 25,0$ кв. м.

Тоді орендна плата складе $350,00 \cdot 25 \cdot 2 = 17500,00$ грн. за 2 місяці.

Витрати на силову електроенергію на розробку та виготовлення дослідного зразка гемоманітатора, розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.9)$$

де, V — вартість 1 кВт-години електроенергії, $V = 2,21$ грн./кВт –година;

P — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n — коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	320,00	1,2	1	848,64
Комплект контрольно-виміральної апаратури	200,00	0,92	1	406,64
Монтажне обладнання	15,00	0,72	1	23,87
Паяльна станція	30,00	0,085	1	5,64
Всього				1284,78

Інші витрати.

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на відрядження тощо. Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати розробників та робітників.

Величина інших витрат складе:

$$I = (70975,91 + 1384,20) \cdot 200 / 100 = 144720,22 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення розробки та дослідження конструкції гемоаналізатора.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення розробки та дослідження характеристик гемоаналізатора:

$$B = 70975,91 + 1384,20 + 8683,21 + 17829,53 + 5574,95 + 524,98 + 2015,28 + 1284,78 + 144720,22 + 17500,00 = 270493,07 \text{ (грн.)}$$

4.2 Розрахунок собівартості виготовлення гемоаналізатора

Витрати на матеріали, що були використані на розробку вузлів, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.10)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.6– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Флюс	кг	170	0,2	34,00
Припій ПОС-61	кг	1259	0,2	251,80
Провід монтажний	м	15	4,0	60,00
Лак	кг	135,75	0,2	27,15
Склотекстоліт	кг	540	0,35	189,00
Полістирол ударостійкий білий	кг	730	0,2	146,00
Шуруп 3,5×10	кг	120	0,5	60,00
Всього				767,95

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 767,95 \cdot 1,1 = 844,75 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення гемоаналізатора, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.11)$$

де: H_i — кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i — покупна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кіл ькість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Конденсатор K10-17A-0,1мкФ	1	2,00	2,00
Конденсатор K50-35-10мкФ-10В	2	2,50	5,00
Конденсатор K10-17A-2,2нФ	1	2,00	2,00
Конденсатор K10-17A-0,1мкФ	2	2,80	5,60
Конденсатор K50-35-2200мкФ-50В	1	2,40	2,40
Конденсатор K10-17A-0,1мкФ	3	1,25	3,75
Діод L-132ХНТ	1	3,00	3,00
Діод 1N4148	3	5,00	15,00
Діод L-132ХНТ	1	15,00	15,00
Мікросхема L298N	1	65,00	65,00
Мікросхема L6210	1	45,00	45,00
Мікросхема 74НС244	1	25,00	25,00
Мікросхема L297	1	68,00	68,00
Запобіжник H520PT-2,5 А	1	10,00	10,00
Резистор РК-1233N1-10 кОм	1	3,00	3,00
Резистор С2-23-0,125-10 кОм ± 5%	3	4,00	12,00
Діод L-132ХНТ	5	8,00	40,00
Плата	2	45,00	90,00
Разом приבל.			477,25

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 477,25 \cdot 1,1 = 524,98 \text{ (грн.)}$$

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють виготовлення гемоаналізатора, складання та налагодження, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (4.12)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n — число робіт по видах та розрядах;

K_c — коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1$;

C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (4.13)$$

де, M_m - мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_m = 4173,00$ грн.;

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дн.;

T_{zm} — тривалість зміни, $T_{zm} = 8$ годин.

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 4.8 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудоміст-кість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Виготовлення друкованої плати	0,21	3	1,35	32,01	6,72
2. Виготовлення корпусу	0,33	4	1,5	35,57	11,74
3. Монтаж плати	0,14	3	1,35	32,01	4,48
4. Монтаж блоку живлення	0,15	3	1,35	32,01	4,80
5. Монтаж блоку управління	0,25	4	1,5	35,57	8,89
6. Складання пристрою	0,36	4	1,5	35,57	12,80
7. Наладка пристрою	0,21	5	1,7	40,31	8,46
8. Регулювання компонентів пристрою	0,09	5	1,7	40,31	3,63
9. Випробування пристрою	0,19	4	1,5	35,57	6,76
10. Регулювання пристрою	0,10	5	1,7	40,31	4,03
Разом прибл.					72,32

Додаткова заробітна плата робітників, які приймали участь в виготовленні гемоаналізатора.

Розраховується як 12 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 12 / 100\% \quad (4.14)$$

$$Z_d = 72,32 \cdot 10 / 100 \% = 8,68 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату робітників що виготовляли зразок гемоаналізатора.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_3 = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\% \quad (4.15)$$

$$H_3 = (72,32 + 8,68) \cdot 22 / 100\% = 17,82 \text{ (грн.)}$$

Витрати на силову електроенергію на виготовлення імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, розраховуються за формулою:

$$V_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.16)$$

де, B — вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 2,21$ грн./кВт –година;

P — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n — коефіцієнт використання потужності, $K_n = 0,8$.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця 4.9- Витрати на силову електроенергію

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Комплект контрольно-вимірювальної апаратури	0,30	0,92	1	0,61
Монтажне обладнання	0,50	0,72	1	0,80
Паяльна станція	0,50	0,085	1	0,09
Всього				1,50

Загальновиробничі витрати розраховуються згідно нормативів до основної заробітної плати основних робітників і складають:

$$H_{36} = Z_o * 250 / 100\% \quad (4.17)$$

$$H_{36} = 72,32 * 250 / 100\% = 180,79 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість одиниці продукції визначається як сума всіх попередніх витрат

$$S = 844,75 + 524,98 + 72,32 + 8,68 + 17,82 + 1,50 + 180,79 = 1650,82 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість гемоаналізатора складає 1650,82 грн.

4.3 Розрахунок ціни реалізації гемоаналізатора

Розрахунок мінімальної ціни реалізації

Дана розробка не підпадає під державне регулювання, тому мінімальну ціну реалізації виробу можна поррахувати за формулою:

$$Ц_p = S_{\pi} \cdot (1 + P/100) \cdot (1 + W/100),$$

де S_{π} – повна собівартість виробу;

P – норматив рентабельності, %, ($P=20..60\%$);

W – ставка податку на додану вартість, %, ($W=20\%$).

$$Ц_p = 1650,82 * (1 + 30/100) * (1 + 20/100) = 2575,28 \text{ грн.}$$

Верхня межа ціни

Верхня межа ціни ($Ц_{\text{вмр}}$) захищає інтереси споживача і визначається тією ціною, яку споживач готовий сплатити за продукцію з кращою споживчою якістю.

Параметри якості продукції змінюються у відповідності до показника

якості. Ціна реалізації виробу в цьому випадку розраховується за формулою:

$$C_{в.мр} = C_{б} \cdot B_n, \quad (4.18)$$

де C_n - ціна нового виробу, грн.;

$C_б$ - ціна виробу-аналогу, складає 5000,00 грн.;

B_n - узагальнений коефіцієнт якості для удосконаленого імітатора сигналів для повірки електрокардіографів складе 1,42 (див. розділ 1)

$$C_n = 5000,00 \cdot 1,42 = 7100,00 \text{ грн.}$$

Договірна ціна ($C_{дог}$) може бути встановлена за домовленістю між виробником і споживачем в інтервалі між нижньою та верхньою лімітними цінами згідно виразу:

$$C_{н.мр} < C_{дог} < C_{в.мр}.$$

Договірну ціну приймемо у розмірі 3000,00 грн., що забезпечить підприємству виробнику покриття витрат і додаткові конкурентні переваги на ринку, зацікавивши споживачів покращеними характеристиками та нижчою ціною в порівнянні з конкурентами.

4.4 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації удосконаленого гемоаналізатора

Розрахунок чистого прибутку для виробника проводиться за формулою:

$$\Pi = \left\{ \left[C_p - \frac{(C_p - MP) \cdot f}{100} - S_B - \frac{q \cdot S_B}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100} \right] \right\} \cdot N \text{ грн.,}$$

де: C_p – ціна реалізації виробу, тощо, грн.;

MP – вартість матеріальних та інших ресурсів, які були придбані виробником для виготовлення готової продукції; рекомендується приймати:

$$MP = (0,4 \div 0,6)C_p;$$

S_v – виробнича собівартість вибору, носія з програмним продуктом тощо, грн.;

f – зустрічна ставка податку на додану вартість, % . В 2019 р. $f = 16,67\%$;

h – ставка податку на прибуток, %. В 2019 р. $h = 18\%$;

q – норматив, який визначає величину адміністративних витрат, витрат на збут та інші операційні витрати, в %; рекомендується приймати $q = 5 \div 10\%$.

N – число виробів, які планується реалізувати за рік, 100 шт.;

$$\begin{aligned} \Pi &= \left\{ [3000,00 - \frac{(3000,00 - 1369,44) \cdot 16,67}{100} - 1650,82 - \frac{10 \cdot 1650,82}{100}] \cdot [1 - \frac{18}{100}] \right\} \cdot 180 = \\ &= 134659,00 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Чистий прибуток для виробника складе 134659,00 грн.

4.5 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника

Розрахуємо термін окупності витрат T_o для виробника за формулою:

$$T_o = \frac{B}{\Pi \text{ років}}$$

Де B – кошторис витрат на нову розробку $B=270493,00$ грн.

Π – чистий прибуток для виробника протягом одного року $\Pi=134659,00$ грн.

$$T_o = \frac{270493,00}{134659,00} = 2,01 \text{ року.}$$

Термін окупності складає менше нормативного строку, отже розробку можна вважати економічно вигідною для виробника.

Висновки до розділу

При проектуванні виробу були проведені розрахунки витрат на розробку і виготовлення удосконаленого гемоаналізатора, що приблизно склали 270493,00 грн, визначена виробнича собівартість одиниці нового технічного рішення, визначений чистий прибуток, який може скласти при реалізації 180 шт. виробів приблизно 134659,00 грн, який може отримати виробник протягом одного року від реалізації даної розробки. Також був визначений строк окупності витрат для виробника що складає 2,01 року. Ми переконались, що розробка удосконаленого виробу для є економічно вигідною, що підтверджує економічну доцільність нової розробки і рекомендації її до виробництва.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці у приміщеннях

Тема МКР – дослідження та розробка конструкції гемоаналізатора. Розглядаємо приміщення, в якому виконувалася МКР.

Відповідно до ГОСТ12.0.003-74на людей, які знаходяться у приміщенні можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори: фізичні, хімічні; біологічні; психофізіологічні.

Необхідно розрізняти шкідливість, важкість та напруженість роботи. Ступінь шкідливості умов праці залежить від температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, освітленості робочих місць, рівня виробничого шуму, напруженості електростатичного поля та потужності дози рентгенівського випромінювання, ступінь важкості — на підставі даних щодо потужності зовнішньої роботи та середньої величини енерговитрат, ступінь напруженості - в ході оцінки тривалості зосередженого спостереження, щільності сигналів або повідомлень, ступеня емоційної та інтелектуальної напруженості, а також напруженості зорового аналізатора, монотонності праці та тривалості активних дій .

Фактори, які можуть діяти на працюючого у розглянутому приміщенні (медична лабораторія):

- підвищена у теплий період року, або знижена у холодний період року температура повітря робочої зони;

- підвищена концентрація пилу у повітрі кімнати, яка виникає при природному провітрюванні;

- підвищена або знижена швидкість руху повітря;

- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини;

- недостатня освітленість робочої зони від світильників штучного освітлення;

- відсутність або недостача природного освітлення через віконні пройми;
- монотонність праці при тривалій роботі;
- емоційні перевантаження при спілкуванні з присутніми;
- шум від працюючого устаткування у сусідніх приміщеннях та від медичної апаратури;
- статичні фізичні перевантаження при незручній позі, не відповідності робочого місця ергономічним вимогам;
- випромінювання при роботі приладу.

5.2 Санітарно-гігієнічні заходи

5.2.1 Параметри мікроклімату.

Показниками, що характеризують мікроклімат, є:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційно для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в приміщенні повинні відповідати нормам.

Параметри мікроклімату в приміщенні повинні забезпечувати комфортне теплове самопочуття організму працюючого. Тому оптимальна температура повітря в цих приміщеннях становить 19-21°C (допустима - 18-22°C), оптимальна відносна вологість - 40-60%, оптимальна швидкість руху повітря – 0,05-0,1 м/с. Працюючі виконують легку роботу, категорії 1а, енерговитрати до 139 Вт.

Результати досліджень свідчать про те, що у виробничих умовах усі метеорологічні фактори впливають на людину одночасно. Тому важливо виявити їх сумарний вплив на працівника. Одним із способів оцінки сумарного впливу метеорологічних факторів є спосіб обліку ефектних і еквівалентно-

ефективних температур. Показник ефективної температури включає вплив температури і вологості повітря на людину на робочому місці.

До того ж, слід відзначити, що комфортне тепловесамочуття, при такому температурному режимі визначається певним вмістом вологи, оптимальна величина якої складає 10 г/м, допустима - 6 г/м. Для забезпечення вищезазначених параметрів мікрокліматичних умов, якісного складу повітря, а також оптимального аеріонного режиму необхідно систематично перед початком трудової діяльності та після кожної години роботи, незалежно від погодних умов, здійснювати провітрювання приміщень (краще наскрізне) через відкриті фрамуги або кватирки протягом не менш, ніж 10 хвилин.

5.2.2 Вентиляція.

Вентиляція - повітряобмін, завдяки якому забруднене повітря виводиться з приміщення, а замість нього вводиться свіже зовнішнє або очищене повітря. Під вентиляцією розуміють систему заходів і пристроїв, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях, у робочій і зонах приміщень, що обслуговуються, метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним і технічним вимогам.

Вентиляція класифікується:

По засобу переміщення повітря розрізняють системи природної, штучної (механічної) та змішаної вентиляції. По напрямку руху повітря - підрозділяються на приточну (повітря подається у приміщення), витяжну (забруднений повітря удаляється з приміщення) та приточно - витяжну.

По напрямку руху повітря - підрозділяються на приточну (повітря подається у приміщення), витяжну (забруднений повітря удаляється з приміщення) та приточно - витяжну. В залежності від місця дії вентиляція може бути загальнообмінною (використовується коли шкідливі речовини рівномірно розміщуються у робочій зоні), місцевою (- шкідливі речовини виділяються на декількох робочих місцях), локалізованою (- шкідливі речовини

виділяються на робочих місцях, розташованих одне біля іншого) та комбінованою .

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони. При місце-вій вентиляції шкідливі речовини виводяться (або розстворюються шляхом подачі чистого повітря) безпосередньо від місць їх створення

По призначенню вентиляція може бути робочою (використовується при нормальному режимі роботи технологічних процесів) та аварійною (використовується у випадку, якщо стався викид шкідливих речовин у наслідку аварії).

Для підтримки в приміщенні концентрації пилюменшої за ГДК, необхідно застосовувати вентиляцію. У приміщенні застосовується природна вентиляція. Природна неорганізована вентиляція - через щілини угородженнях. Організована - по каналах, шахтах, через зовнішні отвори вікон, що відчиняються.

5.2.3 Освітлення

Рівень освітлення на робочих місцях впливає на гостроту зору, тривалість ясного бачення, контрастну чутливість і здатність бачити на далекій і близькій відстані.

Трудова діяльність, що передбачає використання документації комп'ютерної техніки, повинна відбуватися застосуванням наступних видів освітлення.

- загальне люмінесцентне штучне освітлення;
- змішане природне та штучне освітлення, яке застосовують у випадку одностороннього розташування робочих місць, коли екран і поверхня робочого стола знаходяться перпендикулярно до зовнішньої стіни;
- природне освітлення, що використовують у надлишку одностороннього розташування робочих місць по довжині приміщення на відсталі 0,8-1,0 м від зовнішньої стіни перпендикулярно до неї.

Освітлення на робочих місцях справляє багатоплановий вплив на працівника, зокрема на його емоційний стан, працездатність, мотивацію, продуктивність і безпеку праці. Світло — це випромінювання електромагнітних хвиль, яке викликає зорові відчуття. Простір, який споглядає людина при нерухомому положенні очей і голови, називається полем зору.

Його розміри від точки фіксації характеризуються кутами зору: вверху — біля 55° , вниз — біля 65° , вправо і вліво — приблизно 90° . Оптимальні умови бачення знаходяться в межах кута зору $30\text{—}40^\circ$. Яскраве бачення можливе лише в діапазоні 1° від точки фіксації. В периферійних зонах сітківки ока чутливість до світла зменшується, тому недостатнє освітлення робочого місця обмежує поле зору.

Так як у приміщенні постійно знаходяться працюючі і виконують зорові роботи, тому необхідно нормувати природне та штучне освітлення. Пропонуємо освітлення на робочому місці.

Так як досліджується медичний прилад, то обираємо приміщення лікарні. Відповідно до приміщень лікарень освітленість робочих поверхонь приймаємо 400 лк. Площина нормування - горизонтальна, висота площини над підлогою – 0,8 м. Ця освітленість згідно з СНиПШ-4-79 відповідає розряду зорової роботи III, підрозряд "г". Розмір об'єкта розрізнення від 0,3 до 0,5 мм, характеристика зорової роботи - високої точності, контраст об'єкта розрізнення з фоном - середній, великий, великий, характеристика фона відповідно - світлий, світлий, середній.

5.2.4 Шум.

Вплив шуму на організм умовно поділяють на специфічний, що викликає зміни в органі слуху, і неспецифічний, який викликає зміни в інших органах і системах. Шум є однією з найчастіших причин зниження слуху нейросенсорного характеру, приглухуватості — поширеного виду патології. При

тривалій і систематичній дії на працюючою шум чинить негативну дію. Людина швидко втомлюється, падає продуктивність праці, підвищується травматизм. У користувача це виражається у зниженні розумової працездатності (наприклад, швидкість обробки інформації зменшується на 10-15%, зростає кількість помилок), у прискоренні розвитку зорового втомлення, зміні відчуття кольорів, підвищенні витрати енергії (на 17%), появі головного болю, розвитку безсоння, послаблення уваги та ін.

За характером спектру шум у неврологічному відділенні широкосмуговий із безперервним спектром шириною більше октави. За часовими характеристиками шум постійний, так як рівень звука за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більше, ніж на 5 дБА. Гранично допустимий спектр шуму відповідно до СН 3223-85 [22] для неврологічного відділення лікарні.

5.3 Заходи по забезпеченні техніки безпеки

Перед початком роботи, користувач повинен обов'язково пересвідчитися у цілості корпусів та блоків апаратури, перевірити наявність заземлення, справність та цілісність кабелів живлення.

Слід підкреслити, що при ввімкненому обладнанні забороняється замінювати різноманітні конструктивні елементи медичної апаратури, з'єднувати та роз'єднувати штепсельні вилки та розетки первинних мереж електроживлення, знімати кришки, які закривають доступ до струмопровідних частин мережі первинного електроживлення, користуватися паяльником з незаземленим корпусом, замінювати запобіжники, не можна залишати прилад у ввімкненому стані без нагляду тощо.

Під час роботи з медичною технікою обов'язково необхідно урахувати те, що всі первинні мережі електроживлення знаходяться під напругою, яка небезпечна для життя людини. Отже, як основні, так і периферійні пристрої сучасної медичної апаратури повинні знаходитися у робочому стані та бути справними. При медичному обстеженні пацієнта необхідно суворо дотримуватися інструкції з питань експлуатації медичної техніки. Робота в

приміщенні викликає стан монотонності, втрачається інтерес до виконуваної роботи. Виникає стан, що називають «виробничою нудьгою».

Така робота викликає переоцінку тривалості робочого часу. Важливо використовувати всі міри попередження цього небажаного явища. Для нього необхідно застосовувати оптимальні режими праці і відпочинку на протязі робочої зміни. Крім перерви для прийому їжі призначати на протязі робочого дня додаткові короткі перерви для відпочинку всієї зміни або окремого робітника в зручний для нього час. При монотонній роботі доцільні часті, але короткі перерви - від 2 до 5 хвилин через годину або півгодини роботи. Необхідно здійснювати функціональне музичне оформлення виробничого процесу.

5.4 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

У багатопверхових лікувально-профілактичних закладах палати для важкохворих та дітей повинні розміщуватися на нижніх поверхах. Палатні відділення дитячих лікарень слід розміщувати не вище п'ятого поверху, палати для дітей у віці до 7 років - не вище другого поверху (за винятком випадків, що обумовлені будівельними нормами).

Лікарні та інші лікувальні заклади з постійним перебуванням важкохворих, не здатних самотійно пересуватися, повинні забезпечуватися ношами, виходячи з розрахунку одні ноші на 5 хворих. Не допускається розміщувати палатні відділення, пологові, операційні, процедурні кабінети у підвальних та на цокольних поверхах. Відстань між ліжками у лікарняних палатах має становити менше 0,8 м, центральний основний прохід має складати не менше 1,2 м завширшки. Тумбочки, стільці та ліжка не повинні захащувати виходи та проходи.

Подача кисню хворим, як правило, має здійснюватися централізовано, з установленням балонів (не більше 10) за межами будівлі лікувального закладу в прибудовах з негорючих матеріалів або з центрального кисневого пункту (якщо кількість балонів складає понад 10). Допускається встановлювати один

кисневий балон біля зовнішньої негорючої стіни будівлі закладу у металевій шафі. Центральний кисневий пункт слід розміщувати в будівлі, що стоїть окремо, на відстані не менше 25 м від будівель з постійним перебуванням хворих.

Матеріали та речовини у коморах, аптечних складських приміщеннях необхідно зберігати суворо за асортиментом, при цьому не допускається спільне зберігання легкозаймистих речовин з іншими матеріалами. В аптеках, які розміщені у будівлях іншого призначення (в тому числі у лікарняних корпусах), загальна кількість легкозаймистих та горючих медикаментів, реактивів (спирти, ефіри тощо) не повинна перевищувати 100 кг.

5.5 Розрахунок кондиціювання повітря

Згідно СНіП 2.04.05-91 вентиляцію, повітряне опалення і повітряно-теплові завіси слід передбачати для забезпечення допустимих метеорологічних умов і чистоти повітря в обслуговуваній або робочій зоні приміщень (на постійних і непостійних робочих місцях).

Кондиціювання слід передбачати для забезпечення нормованої чистоти і метеорологічних умов повітря в обслуговуваній або робочій зоні приміщення або окремих його ділянок.

Кондиціювання повітря слід приймати:

- Першого класу - для забезпечення метеорологічних умов, необхідних для технологічного процесу, при економічному обґрунтуванні або відповідно до вимог нормативних документів;
- Другого класу - для забезпечення метеорологічних умов в межах оптимальних норм або необхідних для технологічних процесів; швидкість руху повітря допускається приймати в обслуговуваній зоні, на постійних і непостійних робочих місцях в межах допустимих норм;
- Третього класу - для забезпечення метеорологічних умов в межах допустимих норм, якщо вони не можуть бути забезпечені вентиляцією в теплий період року

без застосування штучного охолодження повітря, або оптимальних норм - при економічному обґрунтуванні.

Зазвичай для забезпечення заданих параметрів мікроклімату доцільно використовувати вентиляцію, проте в нашому випадку це не можливо через низку особливостей робочого приміщення (лабораторія, медичне обладнання, тощо), тому ми будемо використовувати кондиціонування.

Корисну продуктивність системи кондиціонування повітря (ВКВ) визначають за максимальним надмірним тепловим потоком у приміщенні в теплий період року за формулою:

$$L = \frac{Q_{\text{теп.над.}}}{c \cdot \rho_{\text{прип.}} \cdot (t_y - t_n)} \quad (5.1)$$

де L - обсяг припливного повітря, м³;

c - теплоємність повітря, приймається 1,005 кДж / кг⁰ С;

$\rho_{\text{прип.}}$ - щільність припливного повітря, приймається 1,2 кг / м³;

t_y, t_n - температура що минає, і приходить повітря, ⁰ С;

$Q_{\text{теп.над.}}$ - теплонадлишки, кДж / год.

У приміщенні лабораторії є теплонадлишки:

$$Q_{\text{теп.над.}} = Q_{\text{уст}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{радий}}, \quad (5.2)$$

де $Q_{\text{уст}}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{\text{л}}$ - надходження тепла від людей;

$Q_{\text{осв}}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{\text{радий}}$ - надходження тепла від сонячної радіації.

Виділення тепла від устаткування:

$$Q_{\text{уст}} = 3600 N \cdot \psi_1 \cdot \psi_2, \quad (5.3)$$

де ψ_1 - коефіцієнт використання настановної потужності, приймається 0,95;

ψ_2 - коефіцієнт одночасності роботи, приймаємо 1;

N - сумарна настановна потужність, для даної кімнати приймається 1 кВт.

$$Q_{\text{уст}} = 3600 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 3420 \text{ кДж / год.}$$

Надходження тепла від людей:

$$Q_{л} = 3600 n q \quad (5.4)$$

де n - кількість людей, що працюють у приміщенні;

q - кількість тепла, виділеного однією людиною, приймається 545 кДж / ч.

$$Q_{л} = 4 \cdot 545 = 2180 \text{ кДж / год.}$$

Від електричного освітлення надходження тепла:

$$Q_{осв} = 3600 \cdot N k_1 k_2, \quad (5.5)$$

де N - сумарна настановна потужність світильників, кВт;

k_1, k_2 - коефіцієнти, що враховують спосіб установки світильників і особливості світильників, приймаються $k_1 = 0,35; k_2 = 1,3$.

$$Q_{осв} = 3600 \cdot 4 \cdot 0,04 \cdot 0,35 \cdot 1,3 = 262,08 \text{ кДж / год.}$$

Тепло, поступає від сонячної радіації:

$$Q_{радий} = q S \quad (5.6)$$

де q - питомі надходження від сонячної радіації, приймаємо 135 кДж / м² год;

S - сумарна площа вікон, м².

$$Q_{радий} = 135 \cdot 6 = 810 \text{ кДж / год}$$

Таким чином, відповідно до формулами (5.1) і (5.2) витрата повітря:

$$Q_{теп.над} = 3420 + 2180 + 262,08 + 810 = 6672,08 \text{ кДж / год}$$

$$L = 6672,08 / 1,005 \cdot 1,2 \cdot (20 - 15) = 1106,48 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Визначивши значення потрібної продуктивності системи кондиціонування повітря в приміщенні лікарні, підбираємо необхідний кондиціонер. Для нашого кабінету неврологічного відділення підійде кондиціонер номінальною продуктивністю 1,5 тис.м³ / год.

5.6 Оцінка безпеки роботи гемоаналізатора до дії загрозливих чинників НС.

Аналізатор гематологічний – прилад (комплекс устаткування), призначений для проведення кількісних і якісних досліджень крові в клініко-діагностичних лабораторіях. Може бути автоматичним або напівавтоматичним.

Він є ефективним в надзвичайних ситуаціях (НС) при пошкодженні фізіологічного стану організму людини.

Автоматичний гематологічний аналізатор спеціально розроблений для клінічних лабораторій і є повністю автоматизованим приладом. Сучасні автоматичні аналізатори здатні обробляти десятки зразків в годину, з відповідної специфікації точністю і відтворюваністю, а також зберігати результати тестів у вбудованій пам'яті і, при необхідності, роздруковувати їх на вбудованому термопринтері.

Напівавтоматичний гематологічний аналізатор має ті ж переваги, що і автоматичний аналізатор. Єдиною відмінністю є лише обов'язкова присутність оператора.

Для проведення гематологічного аналізу може використовуватися капілярна і венозна кров. Рекомендується використання венозної крові, оскільки при узятті з вени клітини крові менш схильні до механічної дії і виключається попадання сторонніх домішок.

Зручності в експлуатації пов'язані в основному з можливостями програмного забезпечення, вдосконаленням облаштувань виведення і введення інформації, наявністю додаткових аксесуарів і тому подібне. Таким чином аналізатор гематологічний є цілковито безпечним у використанні.

Прилад в умовах НС повинен працювати без перебоїв, тому розробка заходів щодо покращення роботи гематологічного аналізатора в умовах ЕМІ та дії іонізуючих випромінювань є актуальною.

5.6.1 Оцінка безпеки роботи гематологічного аналізатора в умовах дії іонізуючих випромінювань.

За критерій безпеки роботи РЕС в цих умовах приймається таке максимальне значення дози опромінення елементної бази, при якому в елементній базі можуть виникнути зміни, але РЕС ще буде працювати з необхідною якістю.

Дія електромагнітного імпульсу може призвести до загоряння чутливих електричних та електронних елементів, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликає коротке замикання. Саме тому є необхідність запобіганню при дії цього фактору на електричне та електронне обладнання.

Визначаємо граничні значення дози опромінення $D_{гр}$, для елементної бази системи, при яких виникають незворотні зміни. Отримані дані заносимо в таблицю 5.6.1.

Таблиця 5.6.1 – Граничні значення експозиційних доз

№	Елементи РЕА		Д _{гр}	Д _{гр} , Р
1	Основний пристрій	Резистор С9-33Н-0	10 ⁵	10 ⁴
		Конденсатор С6-2200	10 ⁶	
		Мікросхема 74НС244	10 ⁴	
2	Блок живлення	Транзистор 2N2222А	10 ⁶	10 ⁵
3	Система керування	Діод L6210	10 ⁵	10 ⁴

Аналізуючи дані таблиці 5.1, визначаємо найбільш вразливі елементи - транзистори, діоди, конденсатори, в яких початок зворотних змін виникає при рівні $P_{зв} = 10^5$ Рад/с.

Граничне значення рівня іонізуючого випромінювання, при якому розроблюваний пристрій буде стійко працювати, визначається по формулі

$$P_{гр} = K * P_{зв} * K_{осл}, \quad (5.1)$$

де $P_{зв}$ - рівень радіації, відповідний початку зворотних змін в самому вразливому елементі схеми;

K - коефіцієнт надійності ($K = 0,9 - 0,95$);

$K_{осл}$ - коефіцієнт ослаблення виробничого приміщення ($K_{осл}=5$).

Тоді

$$P_{гр} = 0,9 * 10^5 * 5 = 450000 \text{ Рад/с.}$$

Розроблюваний пристрій буде стійко працювати при рівні радіації, який не перевищує 450000 Рад/с.

Основними методами підвищення стійкості до іонізуючого випромінювання являються:

- застосування в апаратурі стійких до іонізуючого випромінювання елементів і матеріалів;
- застосування екранів або активного захисту від впливу випромінювання.

5.6.2 Оцінка безпеки роботи в умовах дії електромагнітного імпульсу.

Безпека роботи пристрою в умовах дії електромагнітного випромінювання характеризується коефіцієнтом безпечної роботи K_6 , який визначається по формулі

$$K_6 = 20 \lg \frac{U}{U_d} \geq 40 \text{ дБ}, \quad (5.2)$$

де U_d - допустимі коливання напруги живлення пристрою ;

$U_{в(г)}$ - напруга вертикальної (горизонтальної) наводок внаслідок дії електромагнітного випромінювання.

$$U_d = U_{ж} + U_{ж}/100 * N, \quad (5.3)$$

де $U_{ж} = 9 \text{ В}$ - напруга живлення пристрою ;

$N = 10 \%$ - коливання напруги живлення.

Підставивши значення для $U_{ж}$ і N в (8.3), одержимо

$$U_d = 9 + 9 / 100 * 10 = 9,09 \text{ В}.$$

Визначимо U_v , для чого формулу (8.2) приведемо до наступного вигляду:

$$\lg U_d/U_v = 2, \quad (5.4)$$

звідки $U_v = 0,099 \text{ В}$.

З формули (8.5) визначимо горизонтальну складову напруженості

електромагнітного поля E_r .

$$U_g = E_r * l, (5.5)$$

де $l = 0,04$ м - максимальна довжина струмоведучих частин. Тоді

$$E_r = 0,099 / 0,04 = 2,47, \text{ В / м}$$

Вертикальна складова напруженості електромагнітного поля E_v визначається з формули

$$E_r = 10^{-3} * E_v, (5.6)$$

Звідки

$$E_v = 2,47 / 10^{-3} = 2470, \text{ В / м}$$

Розроблюваний пристрій буде стабільно працювати при умові, що вертикальна і горизонтальна складові напруженості електромагнітного поля не будуть перевищувати значень $E_v = 2470$ В / м і $E_r = 2,47$ В / м.

5.6.3 Розробка заходів по підвищенню стійкості роботи гемоаналізатора в умовах дії надзвичайних ситуацій.

Основні заходи по підвищенню стійкості роботи в умовах інізуючого випромінювання різного роду екранів та кожухів, а також вимоги які ставляться до матеріалів, з яких виготовляються захисні пристрої, захисні матеріали повинні повинні включати легкі елементи, до складу яких мають входити елементи з великою атомною масою.

Основними способами підвищення стійкості роботи до впливу електромагнітного імпульсу є: створення стійких радіоелектронних схемних рішень, застосування зохдів спеціального захисту, вибір найбільш стійких до впливу електромагнітного випромінювання функціональних елементів систем.

Розробка системи пробопідготовки для проведення гематологічного аналізу форменого елемента крові - тромбоцита, в умовах надзвичайних ситуацій, ґрунтованою на принципі розпізнавання образу з використанням

методів математичного моделювання.

Завдання дослідження :

- Провести аналіз можливих методів пробопідготовки.
- Розробити математичні моделі для можливих методів забарвлення і виділення тромбоцита в умовах надзвичайних ситуацій.
- Досліджувати і обґрунтувати вибір системи розпізнавання тромбоцита в умовах надзвичайних ситуацій.
- Розробити метод гематологічної пробопідготовки зразка крові.
- Сформулювати критерій вибору приладу і методики контролю формених елементів крові в умовах надзвичайних ситуацій.

Отже нами було розглянуто дію іонізуючого випромінювання на радіоелектронні системи. Також було оцінено безпеку роботи гемоаналізатора в умовах надзвичайних ситуацій, і було доведено що пристрій буде стабільно працювати при рівні іонізуючого випромінювання.

Висновки

Отже, були розглянуті санітарно – гігієнічні норми, а саме: параметри мікроклімату, вібрацію, шум, освітлення і визначили допустимі межі, при яких не здійснюється вплив шкідливих дій на працюючого. Були розглянуті і проаналізовані умови праці в приміщеннях, досліджено фактори, які впливають на працюючого в розглянутому приміщенні (медичній лабораторії).

Були проведені розрахунки кондиціонування повітря, при яких було встановлено, що для кабінету неврологічного відділення лікарні, який був досліджений, підійде кондиціонер з номінальною продуктивністю 1,5 тис.м³/год.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено конструкцію гемоаналізатора та дослідження сучасних гемоаналізаторів та методів гемоаналізу.

В першому розділі розглянуто аналітичний огляд питання та проведено економічні розрахунки гемоаналізаторів.

В другому розділі було проведено дослідження сучасних гемоаналізаторів та методів гемоаналізу.

В третьому конструкторсько-технологічному розділі проаналізовано елементну базу, розроблено структурну схему електрокардіографа. Запропоновано декілька варіантів конструкції приладу, із яких вибрано оптимальний та проведено моделювання частини схеми, що підтвердило стабільність її роботи за різних умов.

У четвертому розділі був розрахований кошторис витрат на електрокардіограф та інші економічні показники.

У розділі охорона праці та безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях, було розглянуто забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці для роботи з блоком керування для апарату низькочастотної фізіотерапії, запропоновані заходи безпеки, та заходи пожежної безпеки.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Козловський В.О. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – ВДТУ, 2003 – 75 с.
2. А.И.Григорьев, А.Д.Егоров / Авиакосмическая и экологическая медицина. 2001. - Т.31, №1. - С. 14-25.
3. КоваленкоЕ.А. // Невесомость. Медико-биологические исследования /7. В.А. Парин и др., редколлегия. М., 1974 - С. 237-277.
4. В.В.Поляков, Л.Б Строганова, Ю.К. Новодержкина, Г.И.Козинец. //Проблемы гематологии и переливания крови. 1997,4,29-31.
5. Гаврилов О.К., Козинец Г.И., Быкова И.А Гематологические аспекты. Пробл. гематол. 1980; 25 (5): 28-36.
6. Cogoli A., Bechler B., Lorenzi G. Response of Cell to Microgravity. In: Fundamentals of Space Biology. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 1990: 97-111.
7. КонстантиноваИ.В., Антропова Ю.Н., Легеньков В.И. Исследование реактивности лимфоцитов крови. Косм.биол.и авиакосм.мед. 1973; 7: 5-55.
8. СарычеваТ.Г., Новодержкина Ю.К., Строганова Л.Б., Козинец Г.И. Опыт применения стекол «Testsimplets». Клин. лаб. диагностика. 1996; (1): 44
9. .СарычеваТ.Г., Новодержкина Ю.К., Строганова Л.Б., Козинец Г.И. Опыт применения стекол «Testsimplets». Клин. лаб. диагностика. 1996; (1): 44
- 10.АгаджанянН.А., Радыш И.В., Северин А.Е. Экология, адаптация и биоритмы. // Экологическая медицина. 1995, 29,3,1619.
11. ПашенкоП.С. Структурные и цитохимические признаки формирования дезадаптации по показателям крови. //Физиология человека. 1993, 19, 2, 65-75.
12. ЛыковаА.В. Тепломассообмен. Справочник. М. «Энергия» 1978.
13. Каро К., Педли Т., Шротер Р. Сид У. Механика кровообращения. М., «МИР» 1981.

14. Козловская Л.В., Николаев А.Ю. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования. М., «Медицина», 1984.
15. Кошкин В.К., Э.К.Калинин, М. Теплообменные аппараты и теплоносители», М., «Машиностроение» 2007 р.
16. Эккерт Э.Р. Введение в теорию тепло- и массообмена. М. «ГЭИ», 1957.
17. Ставицкий Р.В. Кровь индикатор состояния организма и его систем. М. «МНПИ», 1999.
18. Справочное издание / С.А. Айвазян, ред. — М., 2002.
19. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ/ Пер. с англ. — М., 2001.
20. Давыдовский И.В. Общая патология человека/ 2-е изд., перераб. и доп.1. М., 1969.
21. Королькова А.А., Петленко В.П. Норма // Большая медицинская энциклопедия / 3-е изд. — М., 1981.-Т. 17.-С. 72-73.
22. Кульбак С. Теория информации и статистика. — М., 2001.
23. Грошев Д.Е. Применение пакета OrCAD для компьютерного проектирования электронных схем. Ч.1. Учебное пособие. — Новосибирск: Издательство НГТУ, 1999.
24. Дульев Г. И. Тарновский Н. И. Тепловые режимы радиоэлектронной аппаратуры. — Л.: Энергия, 1971. — 248 с.
25. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Г.Н. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. — М.: Радио и связь, 1982.
26. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
27. Сакевич В.Ф. Основи розробки питань ЦО в дипломних проектах. Вінниця: ВДТУ, 2001р. — 108 с.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМІ

д.т.н., проф. С.М. Злепко

“_____” _____ 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ГЕМОАНАЛІЗАТОРА

08-35.МКР.178.12.000 ТЗ

Керівник МКР

к.т.н. доцент. кафедри БМІ

Штофель Д.Х.

Виконавець: ст.гр. БМА-18м

Матковський С.С.

Вінниця 2019

1. Назва МКР: Дослідження та розробка конструкції гемонлізатора.
2. Виконавець МКР: студент групи БМА-18м Матковський С.С.
3. Підставою для виконання МКР є протокол засідання кафедри БМІ №01 від 29 серпня 2019р.

4. Мета виконання МКР і призначення продукції: розробка кнструкції гемоаналізатора, завдяки якому і буде відбуватися контроль і керування параметрами процедури.

5. Джерела розробки

1. В.В.Поляков, Л.Б Строганова, Ю.К. Новодержкина, Г.И.Козинец. //Проблемы гематологии и переливания крови. 1997,4,29-31.

2. Гаврилов О.К., Козинец Г.И., Быкова И.А Гематологические аспекты. Пробл. гематол. 1980; 25 (5): 28-36.

3. Cogoli A., Bechler B., Lorenzi G. Response of Cell to Microgravity. In: Fundamentals of Space Biology. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 1990: 97-111.

4. Константинова И.В., Антропова Ю.Н., Легеньков В.И. Исследование реактивности лимфоцитов крови. Косм.биол.и авиакосм.мед. 1973; 7: 5-55.

5. Сарычева Т.Г., Новодержкина Ю.К., Строганова Л.Б., Козинец Г.И. Опыт применения стекол «Testsimplets». Клини. лаб. диагностика. 1996; (1): 44

6. .Сарычева Т.Г., Новодержкина Ю.К., Строганова Л.Б., Козинец Г.И. Опыт применения стекол «Testsimplets». Клини. лаб. диагностика. 1996; (1): 44

7. Агаджанян Н.А., Радыш И.В., Северин А.Е. Экология, адаптация и биоритмы. // Экологическая медицина. 1995, 29,3,1619.

8. Пащенко П.С. Структурные и цитохимические признаки формирования дезадаптации по показателям крови. //Физиология человека. 1993, 19, 2, 65-75.

6. Технічні вимоги:

6.1 Призначення: пристрій відноситься до медичної апаратури.

Параметри:

– напруга живлення, В

– споживана потужність, Вт, не більше 20

6.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів:

Вимоги міцності при транспортуванні:

– тривалість ударного імпульсу, мс	5...10
– прискорення пікове, g	5
– загальне число ударів, не менше	13000

Вимоги до ударної міцності:

– тривалість ударного імпульсу, мс	5...10
– прискорення пікове, g	10
– загальне число ударів, не менше	15000

Експлуатаційні параметри:

– температура, °C	+10...+35
– відносна вологість, %	80

6.3 Вимоги надійності:

– середнє напрацювання на відмову, годин	4000
--	------

6.4 Вимоги технологічності: пристрій виготовляти за новітніми технологіями.

6.5 Вимоги уніфікації та стандартизації: пристрій повинен складатися зі стандартних виробів, з використанням новітніх розробок.

6.6 Вимоги до дизайну, ергономіки та технічної естетики: прилад повинен бути зручним для використання, ремонтпридатним.

6.7 Вимоги експлуатації та зручності ремонту: прилад повинен бути зручним для експлуатації та виконання ремонту.

6.8 Вимоги безпеки життя: прилад повинен бути безпечним для користувача та виконуючого ремонт, не мати відкритих частин, мати ізоляцію.

6.9 Вимоги взаємозамінності прилад повинен бути блочного типу, конструкція комплексного блоку повинна розбиратися, схема повинна складатися з доступної елементної бази.

6.10 Вимоги транспортування і зберігання: відсутні.

7. Техніко-економічні вимоги: виробництво даного приладу повинно

окупитися не більше ніж за 2 роки.

8. Вимоги до сировини та матеріалів: матеріали, з яких вироблятиметься даний прилад, мають бути екологічно чистими, і легкими.

9. Вимоги до консервації, пакування та маркування: не потребує.

10. Вимоги до розробленої документації:

– склад КД: пояснювальна записка, схема електрична принципова, перелік елементів, структурна схема, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованої плати, специфікація, креслення корпусу, специфікація.

11. Стадії та етапи МКР:

11.1 Теоретична частина:

- огляд медичних основ гемоаналізу;
- дослідження сучасних гемоаналізаторів та методів гемоаналізу;
- конструкторсько-технологічний розділ;
- економічна частина;
- охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

11.2 Графічна частина:

- структурна схема пристрою;
- схема електрична принципова;
- креслення друкованої плати;
- складальне креслення;
- специфікація;

Таблиця А.1 – Етапи виконання магістерської кваліфікаційної роботи

Назва розділу магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	до 20.10.2019
Техніко-економічний аналіз завдання, економічного середовища, обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 01.11.2019
Розв'язання основної задачі	до 15.11.2019
Розробка заходів з охорони праці	до 20.11.2019
Розрахунок техніко-економічних показників	до 25.11.2019
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 01.12.2019
Попередній захист	06.12.2019

Розробив студент групи БМА-18м Матковський С.С.