

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 681.2; 615.831

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.46-59](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.46-59)

В.В. Щепін, студ., **Д.В. Трушаков**, доц., канд. техн. наук, **Н.П. Сисоліна**, доц., канд. екон. наук, **М.О. Федотова**, канд. техн. наук, **О.А. Козловський**, доц., канд. техн. наук, **Р.В. Телюта**, доц., канд. техн. наук
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: dmitro.trushakov@gmail.com

Розробка додатку на смартфон для керування пристроєм для покращення психоемоційного стану людини та дослідження економічної ефективності функціонування розробленого пристрою

Статтю присвячено результатам розробки додатку на смартфон для керування розробленого електронного пристрою, що випромінює різнокольорові світлові ефекти для покращення психоемоційного стану людини. В результаті проведеного аналізу існуючих пристроїв нами було запропоновано та виготовлено діючий макет електронного приладу, що випромінює різнокольорові світлові ефекти, а також вимірює основні параметри навколишнього середовища - температуру, вологість та атмосферний тиск. Цей пристрій також здатний за даними вимірювань температури та вологості навколишнього середовища у приміщенні, керувати пристроями зміни мікроклімату в середині приміщення – кондиціонером та зволожувачем повітря. Також розроблено власний додаток на смартфон для дистанційного керування приладом для покращення психоемоційного стану людини. Було проведено дослідження ефективності функціонування розробленого пристрою. Виконано розрахунок економічної ефективності впровадження у виробництво та медзаклади.

електронний пристрій, мікроконтролер, різнокольорові світлові ефекти, психоемоційний стан людини, додаток для смартфона, ефективність функціонування

Постановка проблеми. В теперішній час усе більше людей скаржаться на депресію, втому, та погіршення психоемоційного стану в цілому [1]. Особливо це відчувається в Україні – із-за російської агресії у всіх людей в Україні з'явилося почуття тривоги, стрес, роздратованість, депресія.

Для відновлення психоемоційного стану людини існує два основні підходи: медикаментозна терапія та фізіотерапія.

Медикаментозна терапія є основним лікувальним засобом, однак має ряд побічних ефектів. Однак є певна кількість людей, які не бажають приймати лікарські препарати. З розвитком методів фізіотерапії стало можливим за допомогою різних медичних пристроїв відтворювати фізичні фактори апаратними засобами, які використовуються з лікувальною метою.

Вченим вдалося з'ясувати, що кожний відтінок кольору викликає різну активізацію мозку людини [3]. Також відомо, як кольори впливають на психофізіологічний стан людини.

Нами було розроблено та створено діючий макет пристрою для покращення психоемоційного стану людини [4]. Робота пристрою полягає у випромінюванні світлових потоків різного кольору та інтенсивності, що впливають на біоритми головного мозку людини. Таким чином, спостерігаючи за цими світловими потоками у людини може відбутися покращення психоемоційного стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даною тематикою нами було проведено ряд досліджень.

У роботі [4], нами було представлено блок схему першого електронного блоку для створення різнокольорових світлових ефектів, а також блок схему другого електронного блоку пристрою для керування побутовими пристроями зміни мікроклімату в середині приміщення. Крім того наведено структурну схему та алгоритм роботи пристрою.

У роботі [5] описано вирішення завдання розширення функціональних можливостей пристрою для корекції психоемоційного стану, а саме автоматизація процесу вмикання та вимикання кондиціонера та зволожувача повітря у задані інтервали часу протягом доби для створення більш комфортних умов навколишнього середовища у приміщенні та покращення психоемоційного стану людини.

У роботі [6] наведено доцільність використання пристрою для покращення психоемоційного стану водіїв транспортних підприємств. Даний пристрій запропоновано встановити в кабіні транспортного засобу. Під час стоянки водій може їм користуватися - покращити власний психоемоційний стан.

Метою даного проекту є розробка простого та зручного власного додатку для смартфона, щоб можливо було дистанційно керування роботою пристрою покращення психоемоційного стану людини. Крім того необхідно дослідити ефективність функціонування розробленого пристрою.

Постановка завдання. Розробити додаток на смартфон для керування пристроєм. Дослідити ефективність функціонування розробленого пристрою для корекції психоемоційного стану людини. Розрахувати собівартість пристрою та визначити точки беззбитковості для підприємства, що буде виробляти прилад. Визначити собівартість медичної послуги та доцільність впровадження приладу в медичному кабінеті фізіопроцедур.

Виклад основного матеріалу. Загальна блок-схема пристрою для корекції психоемоційного стану людини представлена на рис. 1. Схема містить два функціональні електронні блоки. Перший електронний блок пристрою призначений для створення різнокольорових світлових ефектів, а також він вимірює і відображає на дисплеї основні параметри мікроклімату (температуру, вологість і атмосферний тиск). Другий електронний блок пристрою застосовано для управління побутовими приладами – зволожувачем повітря та кондиціонером. Пристрій працює наступним чином. В першому електронному блоці пристрою датчик вимірювання параметрів мікроклімату BME280 (вимірювач температури, вологості та атмосферного тиску) та датчик реального часу ds3231 підключені до мікроконтролера atmega328 (Arduino NANO), який обробляє отримані дані з них та виводить отриману інформацію на LCD дисплей 2004 i2c. Також виміряні параметри мікроклімату відправляються з допомогою bluetooth модулю hc-06 у другий електронний блок. Модуль SP110E керує адресною світлодіодною стрічкою WS2812b. Керування різними кольорами та світловими ефектами стрічки, здійснюється по bluetooth за допомогою додатку на смартфоні. В другому електронному блоці сигнал, що містить інформацію про температуру та вологість надходить з bluetooth hc-06 модулю першого блоку на модуль bluetooth hc-06 другого блоку до мікроконтролера atmega328, який керує п

каналним реле. У мікроконтролері інформація про температуру та вологість опрацьовується по закладеному алгоритму на основі якого приймається рішення щодо вмикання або вимикання окремого реле, яке керує роботою під'єднаних до нього пристроїв зміни мікроклімату в середині приміщення – кондиціонеру, зволожувачу повітря.[4,10]

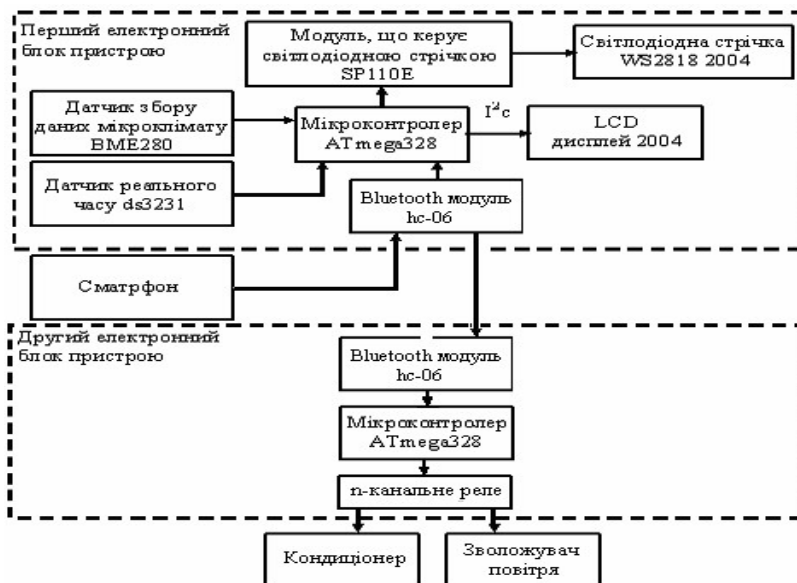


Рисунок 1 – Загальна блок-схема пристрою для корекції психоемоційного стану людини
Джерело: розроблено авторами

Нами запропоновано власний простий та зручний додаток для смартфона, щоб було можливо зручно дистанційно керувати пристроєм по bluetooth. Його основне призначення - перевірити стан Bluetooth пристрою. Якщо bluetooth вимкнено, він перенаправляє користувача до Bluetooth Check Screen Activity. Для цього він використовує Broadcast Receiver для відстеження змін у статусі Bluetooth.

Методи - під час створення (збережений стан екземпляра: пакет?): метод, який викликається під час створення активності. Тут ініціалізується та перевіряється статус Bluetooth пристрою. Якщо Bluetooth вимкнено, користувач перенаправляється до екрана перевірки Bluetooth.

Поля:

- Bluetooth Receiver: об'єкт Broadcast Receiver, який використовується для моніторингу змін у статусі Bluetooth і перенаправлення користувача, якщо Bluetooth вимкнено;

- Bluetooth CheckScreenActivity – це дія, яка сповіщає користувача, коли Bluetooth вимкнено.

Опис:

- визначте компонент: відображається повідомлення про те, що вам потрібно увімкнути Bluetooth.;

- інтерфейс: простий екран із текстом і, можливо, кнопка для ввімкнення Bluetooth;

- функціональність: відображає повідомлення про ввімкнення Bluetooth і надає користувачам можливість увімкнути Bluetooth.

Важливі методи:

- під час створення (збережений стан екземпляра: пакет?): метод, який викликається під час створення активності, ініціалізується інтерфейс;

Взаємодія між Main Activity і Bluetooth Check Screen Activity:

- MainActivity виявляє, що Bluetooth вимкнено, і автоматично перенаправляє користувача до Bluetooth Check Screen Activity.

Зображення підключення пристрою по представлено на рис.2.



Рисунок 2 – Дизайн підключення пристрою по Bluetooth

Джерело: розроблено авторами

Активність екрана вибору – це діяльність, призначена для вибору пристрою Bluetooth для подальшого керування. Ця дія надає користувачеві список спарених пристроїв Bluetooth для вибору. Користувач може вибрати пристрій зі списку та перейти до керування ним.

Ключові компоненти:

- менеджер Bluetooth і адаптер Bluetooth: використовуються для доступу до систем обслуговування Bluetooth.

- дозвіл Bluetooth: перевіряє, чи дозволено використовувати Bluetooth. Якщо дозвіл не надано, запитується дозвіл.

- Broadcast Receiver: використовується для виявлення підключення та вимкнення пристроїв Bluetooth.

- RecyclerView: використовується для відображення списку підключених пристроїв Bluetooth.

- кнопки навігації: дозволяють користувачеві повернутися до попереднього екрана або перейти до керування вибраним пристроєм.

Методи, які для цього використовуються:

- під час створення (збережений Instance State: Bundle?): метод викликається під час створення активності. Ініціалізує компоненти діяльності та встановлює обробники натискання кнопки.

- отримати інформацію про спарені пристрої: метод, який отримує інформацію про спарені пристрої Bluetooth і відображає їх у списку.

- підключено (пристрій: BluetoothDevice): метод, який перевіряє, чи підключено вказаний пристрій Bluetooth.

- оновити або відобразити інформацію про пристрій (пристрої: HashMap<String, String>): метод, який оновлює або відображає список підключених пристроїв Bluetooth.

- перевірити дозвіл Bluetooth: метод перевірки дозволу на використання Bluetooth. Якщо дозвіл не надано, запитується дозвіл.

- перевірити дозвіл Bluetooth (зворотний виклик: логічний) -> Одиниця): метод, який перевіряє дозвіл Bluetooth і викликає зворотний виклик із результатом.

- ShowToast (message: String): метод, який відображає спливаюче повідомлення з указаним повідомленням.

- перейти до дії (діяльність призначення: Class<out Activity>): метод, який переходить до вказаної дії.

Взаємодія з іншими компонентами:

- Bluetooth Check Screen Activity: за допомогою Picker Screen Activity користувач може повернутися до екрана перевірки стану Bluetooth.



Рисунок 3 – Дизайн керування параметрами підключеного пристрою через Bluetooth

Джерело: розроблено авторами

Панель керування – це діяльність, призначена для керування параметрами підключеного пристрою через Bluetooth. Ця дія дає користувачеві можливість контролювати різні параметри, такі як температура, вологість, частота та інтенсивність світла, а також вибір кольору. Користувач може вводити нові параметри і відправляти їх на пристрій для контролю.

Ключові компоненти:

- зв'язок Bluetooth: використовується для обміну даними з підключеним пристроєм Bluetooth;

- Bluetooth Manager і Bluetooth Adapter: використовуються для доступу до систем обслуговування Bluetooth;

- редагувач тексту та повертач: використовуються для введення даних користувачем;

- TextView і CardView: відображає поточні налаштування пристрою;

- Об'єкт JSON: використовується для стиснення даних параметрів у форматі JSON перед надсиланням на пристрій;

- Broadcast Receiver: використовується для виявлення вимкнення пристрою та повернення до попереднього вікна екрану;

- активність екрана перевірки Bluetooth і активність екрана вибору: із активності панелі керування користувач може повернутися до екрана вибору пристрою Bluetooth або до екрана перевірки стану Bluetooth.

Зв'язок Bluetooth - це клас, призначений для керування зв'язком Bluetooth між пристроями. Цей клас встановлює та розриває з'єднання з пристроєм Bluetooth, надсилає та отримує дані у форматі JSON.

Ключові компоненти:

- роз'єм Bluetooth: використовується для встановлення з'єднання з пристроєм Bluetooth і передачі даних;

- Input Stream і OutputStream: використовуються для читання та запису даних у з'єднання Bluetooth відповідно;
- обробник: використовується для оновлення інтерфейсу користувача з потоку виконання.

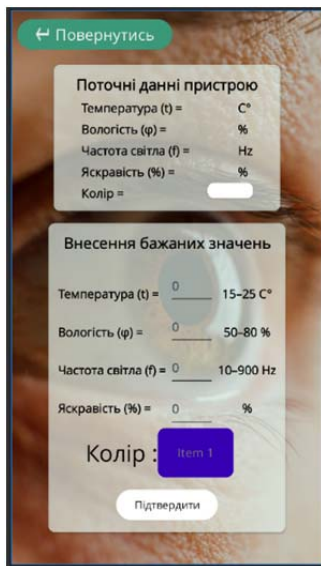


Рисунок 4 – Дизайн призначений для управління пристроєм по Bluetooth
Джерело: розроблено авторами

Взаємодія з іншими компонентами:

- `ControlPanelActivity`: цей клас можна використовувати для надсилання даних на пристрій Bluetooth для керування параметрами;
- `Bluetooth Device`: приймає об'єкт `Bluetooth Device` як параметр конструктора для визначення пристрою, з яким потрібно встановити з'єднання;

Адаптер пристроїв - це адаптер `Recycler View`, який відображає список пристроїв Bluetooth. Цей адаптер використовується для відображення списку пристроїв Bluetooth у `Recycler View`. Він надає інтерфейс для обробки відводів пристрою та оновлення даних адаптера.

Основні компоненти:

- `ViewHolder`: внутрішній клас, який представляє елементи списку. Містить посилання на віджети, які відображають назву та адресу пристрою;
- прослуховувач спрацювань на пристрої: інтерфейс для обробки спрацювань на пристроях у списку;
- індекс останнього спрацювання: індекс пристрою, на якому спрацьоване останнє.
- `Color Spinner Adapter` - це адаптер для обертання, який відображає список кольорів. Цей адаптер використовується для відображення списку кольорів у спінері. Він забезпечує перегляд кожного елемента в списку, який містить назву кольору, його шістнадцяткове представлення та зразок кольору.

Основні компоненти:

- `Get View`: метод створення перегляду елемента spinner. Повертає представлення з указаним макетом;
- отримати випадаюче меню: метод для створення розкритого списку елементів. Повертає подання з указаним макетом для відображення розкритого списку;

- перегляд: приватний метод для налаштування виду спінера. Встановлює назву кольору, його шістнадцяткове представлення та зразок кольору.

Взаємодія з іншими компонентами:

- ControlPanelActivity: цей адаптер можна використовувати для відображення списку доступних кольорів у лічильнику в інтерфейсі користувача;

- список кольорів - клас, який містить список основних кольорів. Цей клас використовується для створення списку основних кольорів, кожен з яких представлений кольоровим об'єктом. Кожен об'єкт містить назву кольору, його шістнадцяткове представлення та колір фону для забезпечення контрасту.

Основні компоненти:

- основні кольори: метод, який повертає список основних кольорів. Кожен колір представлений кольоровим об'єктом;

- колір за замовчуванням: властивість, що містить об'єкт кольору, що представляє основний колір за замовчуванням;

- положення кольору: метод, який повертає положення кольору в списку основних кольорів;

- Color Spinner Adapter: цей список кольорів можна використовувати для створення спінер-адаптера, який відображає доступні кольори.

Дослідження економічної ефективності функціонування розробленого пристрою виконуємо наступним чином. Спочатку розраховуємо собівартість пристрою корекції психоемоційного стану людини. Повну собівартість пристрою розраховуємо за статтями калькуляції:

$$C_{\text{пов}} = M_o + M_d + K_{\text{кв}} + T_v + Z_{\text{ор}} + Z_{\text{др}} + B_c + B_o + B_{\text{цех}} + B_z + B_{\text{ін}} + B_{\text{пв}},$$

де M_o – витрати на основні матеріали та покупні комплектуючі, грн.;

M_d – витрати на додаткові матеріали, грн.;

T_v – транспортно-заготівельні витрати, грн.;

$Z_{\text{ор}}$ – основна заробітна плата виробничих робітників, грн.;

$Z_{\text{др}}$ – додаткова заробітна плата виробничих робітників, грн.;

B_c – єдиний соціальний внесок, грн.;

B_o – витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.;

$B_{\text{цех}}$ – цехові витрати, грн.;

B_z – загальнозаводські витрати, грн.;

$B_{\text{ін}}$ – інші виробничі витрати, грн.;

$B_{\text{пв}}$ – поза виробничі витрати, грн.

Розрахунок витрат на основні матеріали представлено в табл. 2. Витрати на основні матеріали та покупні комплектуючі пристрою взято укрупнено за роздрібними цінами.

Таблиця 2 – Розрахунок витрат на основні матеріали

№ п/п	Назва матеріалу	Профіль, сорт, розмір	Одиниця вимірювання, кг, м, м ²	Норма витрати	Ціна одиниці, грн	Всього, грн
1	Білий матовий акрил	лист, 3 мм	м ²	1,0	1150,0	1150,0
2	Дріт	дріт Ø1,75 мм	кг	2,55	416,0	1248,0
	Всього					2398,0

Джерело: розроблено авторами

Розрахунок витрат на закупні комплектуючі представлено в табл. 3.

Таблиця 3 – Розрахунок витрат на закупні комплектуючі

№ п/п	Назва готових виробів	Тип	Кільк. одиниць	Ціна одиниці, грн.	Всього, грн
1	Вимірювальний перетворювач вологості, температури та атмосферного тиску повітря	Bme280	1	270,0	270,0
2	SP110E Bluetooth-контролер LED-стрічки	SP110E	1	253,0	253,0
3	Світлодіодна LED-стрічка	ws2812b	2	160,0	320,0
4	Годинник реального часу	ds3231	1	121,0	121,0
5	Макетна плата Arduino	nano	2	220,0	440,0
6	Bluetooth-модуль	hc-06	2	135,0	270,0
7	ПК-дисплей	2004	1	168,0	168,0
8	Реле часу циклічне	ADC-0440 ADECS	1	432,0	432,0
9	Блок живлення 5В, 3А		1	108,0	108,0
	Всього				2382,0

Джерело: розроблено авторами

Після визначення трудомісткості виготовлення пристрою розраховуємо:

а) основну заробітну плату виробничих робітників:

$$Z_{op} = \sum_{i=1}^n C_{r(i)} \cdot T_i,$$

де n – кількість i -тих видів робіт;

$C_{r(i)}$ – середня годинна тарифна ставка робітників, які виконують i -й вид робіт з урахуванням умов праці, грн./год.

Так, основна заробітна плата виробничих робітника на електромонтажних роботах:

$$Z_{op}^{em} = 0,15 \cdot 57,185 = 8,56 \text{ грн.}$$

б) витрати на утримання та експлуатацію обладнання:

$$B_o = \sum_{i=1}^n Z_{op_i} \cdot \frac{\Pi_{vo_i}}{100},$$

де Π_{vo_i} – процент витрат на утримання та експлуатацію обладнання по кожному i -му виду робіт за заводською калькуляцією.

Так, витрати на утримання та експлуатацію обладнання на електромонтажних роботах:

$$B_o^{em} = 8,56 \cdot \frac{150}{100} = 12,84 \text{ грн.}$$

в) цехові витрати:

$$B_{цех} = \sum_{i=1}^n Z_{op_i} \cdot \frac{\Pi_{цв_i}}{100},$$

де $P_{цвi}$ – процент цехових витрат по кожному i -му виду робіт за заводською калькуляцією.

Для електромонтажних робіт:

$$B_{цех}^{em} = 8,56 \cdot \frac{132}{100} = 11,3 \text{ грн.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунки даних статей для інших видів робіт, результати заносимо до табл. 4.

Таблиця 4 – Трудомісткість виготовлення та окремі види витрат, включені до собівартості виготовлення пристрою

Види робіт	Трудомісткість робіт н-год	Середній розряд	Годинна тарифна ставка робітників, грн./год.	Основна заробітна плата робітників Z_{op} , грн.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання, B_o		Цехові витрати $B_{цех}$	
					%	грн.	%	грн.
Заготівельні	0,35	2	45,319	15,86	220	34,89	132	20,94
Механічні	0,25	4	57,185	14,30	280	40,04	132	18,88
Термічні	0,15	3	58,032	8,71	310	27,00	182	15,85
Електромонтажні	0,15	4	57,185	8,56	150	12,84	132	11,30
Складальні	0,5	4	57,185	28,59	150	42,89	142	40,60
Фарбувальні	0,1	2	45,319	4,53	110	4,98	120	5,44
Випробувальні	0,25	4	66,354	16,59	280	46,45	132	21,90
Пакувальні	0,1	2	41,935	4,19	110	4,61	120	5,03
Інші	0,1	3	51,466	5,47	180	9,84	140	7,66
Всього	1,95	-	-	106,8	-	223,54	-	147,60

Джерело: розроблено авторами

Розрахунок інших статей калькуляції, а також повної собівартості пристрою та його оптової ціни зведено до табл. 5.

Таблиця 5 – Повна собівартість та оптова ціна пристрою

№ п.п.	Стаття калькуляції	Позна- чення	Метод розрахунку, джерело інформації	Результат, сума, грн
1.	Матеріали основні	M_o	табл. 2	2398,0
2.	Матеріали допоміжні	M_d	4% від M_o	95,92
3.	Покупні комплектуючі вироби	P_n	табл. 3	2382,0
4.	Зворотні відходи (віднімаються)	$-B_{зв}$	6% від M_o	-143,88
5.	Транспортно-заготівельні витрати	T_v	5% від ($M_o + M_d + P_n$)	292,56
6.	Паливо та енергія на технологічні цілі	$P_{тех},$ $E_{тех}$	78,8% від Z_{op}	116,31

7.	Всього матеріальні витрати			5140,91
8.	Основна заробітна плата виробничих робітників	Z_{op}	табл. 4	106,8
9.	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	$Z_{др}$	10% від Z_{op}	10,68
10.	Єдиний соціальний внесок	V_c	22,0% від $(Z_{op} + Z_{др})$	25,84
12.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	V_o	табл. 3	223,54
13.	Цехові витрати	$V_{цех}$	табл. 3	147,6
14.	Загальнозаводські витрати	$K_{зав}$	220% від Z_{op}	234,96
15.	Інші виробничі витрати	$V_{ін}$	1,43% від Z_{op}	1,53
16.	Виробнича собівартість	$C_{вир}$	$\Sigma ст. (7 \div 15)$	5891,86
17.	Поза виробничі витрати	$K_{пв}$	1% від $C_{вир}$	58,92
18.	Повна собівартість	$C_{пов}$	$C_{вир} + K_{пв}$	5950,78
19.	Прибуток	$P_{пн}$	20% від $C_{пов}$	1190,16
20.	Оптова ціна	$C_{опт}$	$C_{пов} + P_{пн}$	7140,94

Джерело: розроблено авторами

Оптову ціну пристрою розраховуємо за формулою:

$$C_{опт} = C_{пов} \cdot \left[1 + \frac{P_{пн}}{100} \right] = 5950,78 \left[1 + \frac{20}{100} \right] = 7140,94 \text{ грн.},$$

де $C_{пов}$ – повна собівартість пристрою, грн.;

$P_{пн}$ – процент нормативного прибутку (рентабельність пристрою), %.

Визначаємо точки беззбитковості для підприємства, що буде виробляти прилад [6,7]:

$$T_{беззб} = \frac{V_{пост}}{C_{опт}^1 \cdot V_{змін}},$$

де $V_{пост}$, $V_{змін}$ - постійні та змінні витрати.

Прийmemo 50 шт. мінімальний випуск приладів в рік (2 роки строк служби) оскільки в Україні 55 - психлікарень, 22- психдиспансерів, 3000 лікарень, а страждають на депресію 2,8млн людей(6.3% населення України на 2021р), а на даний час у зв'язку з війною ця кількість ймовірно збільшилась.

Виконуємо розрахунок постійних витрат, для цього використовуємо вихідні дані табл.5 (пп. 13, 14, 17):

$$V_{пост} = V_{цех} + K_{зав} + K_{пв} = 147,6 + 234,96 + 58,92 = 441,48 \cdot 50 = 22074 \text{ грн.}$$

Проводимо розрахунок змінних витрат, для цього використовуємо вихідні дані табл.5 (пп. 16, 13, 14):

$$V_{змін} = C_{вир} - V_{цех} - K_{зав} = 5891,86 - 147,6 - 234,96 = 5509,3 \text{ грн.}$$

Тобто виробництво запропонованого приладу для корекції психоемоційного стану людини буде отримувати прибуток (50шт > 14шт). Таким чином, прилад доцільно впровадити у виробництво.

Визначаємо прибуток за рік для виробника. Прибутковість за рік для виробника складає:

$$Пб=(Нв-Тбеззб)(Ц-Взм)-Впост=(50-14)(7140,94-509,3)-22074=216665,04 \text{ грн,}$$

де N_v – кількість приладів за рік, штук.

Виконуємо розрахунок собівартості медичної послуги. Для цього використовуємо наступні вихідні дані: тривалість процедури – 30 хвилин., по черзі приймають медичну процедуру 14 пацієнтів. Визначаємо вартість інвестиційного проекту по впровадженню приладу для корекції психоемоційного стану людини в фізіотерапевтичні кабінети медичних закладів. Прилад коштує $C_{опт}=7140,94$ грн. (табл.5 п.20). Передбачаються можливі витрати на косметичний ремонт чи покупка меблів у фізіотерапевтичному кабінеті медичного закладу у розмірі 5тис.грн.

Тобто, капітальні вкладення (K) в проект складають $K=13140,94$ грн. Оклад посадовий (O_n) середніх медичних працівників $O_n=13500$ грн [5].

Курс медичних процедур складає 30 днів, тобто 1,5 місяця.

Якщо строк служби приладу складає 2 роки (24міс.), тоді заробітна платня одного медичного працівника за період лікування (Z_m):

$$Z_m=13500 \cdot 1,5=20250 \text{ грн.}$$

Заробітна платня на 1 процедуру складає (Z_n):

$$Z_n=20250/14\text{чел}=1446,43 \text{ грн.}$$

Прилад споживає за одну годину 30Вт. Ціна електроенергії 1кВт/год складала 2,64грн/кВт.

Вартість електроенергії на 1 процедуру:

$$V_{ел}=0,03\text{кВт} \cdot 0,5\text{год} \cdot 30\text{дн} \cdot 2,64=1,188 \text{ грн.}$$

Непрямі витрати ($H_{вит}$) медичного закладу складають 20% від заробітної плати медичного працівника у фізіотерапевтичному кабінеті:

$$H_{вит}=1446,43 \cdot 0,2=289,29 \text{ грн.}$$

Фонд роботи пристрою за рік:

$$\Phi_{рп}=7\text{год} \cdot 20\text{дн} \cdot 12\text{міс}=1680 \text{ год.}$$

Розрахуємо амортизацію приладу на 1 рік:

$$A=\Phi_{oc}/T_{сл}=7140,94/1680 \cdot 2=2.1253,$$

де Φ_{oc} -вартість приладу, грн.; $T_{сл}$ -термін служби ($T_{сл}=2$ роки).

Розрахуємо амортизацію приладу відносно однієї медичної процедури ($A_{мп}$):

$$A_{мп}=(7140,94/1680 \cdot 2) \cdot 30 \cdot 0,5=31,88 \text{ грн.}$$

Витрати на «косметичний» ремонт з врахуванням фонду роботи пристрою за рік

$$(B_k): B_k=(5000/1680 \cdot 5) \cdot 30 \cdot 0,5=8,93\text{грн.}$$

Розрахуємо собівартість медичної послуги ($C_{вмп}$):

$$C_{вмп}=1446,43+31,88+8,93+289,29+1,88=1778,41\text{грн}$$

Рентабельність медичних послуг за законодавством України до 25%, приймаємо 20% та 10%

Ціна медичної послуги ($C_{мп}$) за рентабельністю 20% складає:

$$C_{мп} = 1778,41 \cdot 1,2 = 2134,1 \text{ грн.}$$

Прибуток (Π) визначається різницею ціни медичної послуги ($C_{мп}$) та собівартості (C). Прибуток за рентабельністю 20% складає:

$$\Pi_{20\%} = C_{мп} - C = 2134,1 - 1778,41 = 355,69 \text{ грн.}$$

Ціна медичної послуги ($C_{мп}$) за рентабельністю 10% складає:

$$C_{мп} = 1778,41 \cdot 1,1 = 1956,25 \text{ грн.}$$

Прибуток з рентабельністю 10% складає:

$$\Pi_{10\%} = C_{мп} - C = 1956,25 - 1778,41 = 177,84 \text{ грн}$$

За 2 роки експлуатації пристрою прибуток складає:

- з рентабельністю 20%

$$\Pi_{20\%} = 355,69 \text{ грн} \cdot 14 \text{ пацієнтів} \cdot \frac{24 \text{ місяця}}{1,5 \text{ місяця (тривалість)}} = 79674,56 \text{ грн.}$$

- з рентабельністю 10%

$$\Pi_{10\%} = 177,84 \text{ грн} \cdot 14 \text{ пацієнтів} \cdot \frac{24 \text{ місяця}}{1,5 \text{ місяця (тривалість)}} = 39836,16 \text{ грн.}$$

Період окупності ($T_{ок}$) складає:

- з рентабельністю 20%

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi_{20\%}} \cdot 0,165 \cdot 12 \text{ місяців} = 1,98 \text{ місяця}$$

- з рентабельністю 10%

$$T_{ок} = \frac{K}{\Pi_{10\%}} \cdot 0,33 \cdot 12 \text{ місяців} = 3,96 \text{ місяця}$$

За 2 роки 1 прилад в змозі обслуговувати (Π_o) наступну кількість пацієнтів:

$$\Pi_o = 14 \text{ пацієнтів} \cdot \frac{24 \text{ місяця}}{1,5 \text{ місяця (тривалість)}} \cdot 12 \text{ місяців} = 448 \text{ пацієнтів}$$

Абсолютна ефективність впровадження приладу в медичні заклади дорівнює:

$$Ef = \frac{\Pi_p}{\text{Вит}} = \frac{79674,56 \text{ грн}}{13140,94 \text{ грн}} = 6,063,$$

де Π_p – прибуток, грн.;

Вит – витрати, або капітальні інвестиції, грн.

Таким чином, абсолютна ефективність впровадження приладу в медичні заклади складає 6,063 рентабельності вкладень.

Висновки. Проведені у роботі дослідження являють собою рішення задач в області створення електронних пристроїв для медичних цілей. В результаті виконаних досліджень було удосконалено раніше нами розроблений електронний пристрій для покращення психоемоційного стану людини. Наведено загальну блок-схему пристрою. Запропоновано власний простий та зручний додаток для смартфона, щоб було зручно дистанційно керувати пристроєм. Приведено дизайн

вікон керування параметрами підключеного пристрою по bluetooth. Наведено компоненти бібліотек запропонованого додатку на смартфон для дистанційного керування пристроєм. Виконано дослідження економічної ефективності функціонування розробленого пристрою. Визначаємо прибуток за рік для виробника; собівартість медичної послуги при використанні пристрою для лікування. Визначено ціну медичної послуги використання пристрою з рентабельністю 20% та 10%. Крім того, розраховано кількість пацієнтів, яку може обслуговувати на протязі 2 років 1 пристрій. Наведено абсолютну ефективність впровадження приладу в медичні заклади.

Список літератури

1. Задорожна Мар'яна. Хронічна втома – ще не хвороба, але вже й не здоров'я. *Охорона праці і пожежна безпека*. 2016. № 12. URL: <https://oppb.com.ua/content/hronichna-vtoma-shche-nehvoroba-ale-vzhe-y-ne-zdorovya> (дата звернення: 26.08.2024)
2. Інна Набока. Модний діагноз. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/969682.html> (дата звернення: 26.08.2024)
3. Мозок сприймає різні кольори через окремі схеми активності. URL: <https://www.nauka.ua/news/mozok-spriymaye-rizni-kolori-cherez-okremi-shemiaktivnosti?fbclid=IwAR1PqOxLE049UfUtBm6OeRxLGnqPH-CeKxgcr2aBjXEIjGVi4XjJly3id8> (дата звернення: 27.08.2024)
4. Щепін В.В., Трушаков Д.В., Сіріков О.І. Пристрій для корекції психоемоційного стану людини. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2021. Вип. 4(35). С.100-110. URL:<http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/35.html> (дата звернення: 26.08.2024)
5. Патент на корисну модель № 150453. Пристрій для корекції психоемоційного стану людини. МПК:Н03J 9/06, G02B 26/04. U202106072. Щепін В.В., Трушаков Д.В. Заявл. 29.10.2021 ; опубл. 16.02.2022, Бюл. № 7.
6. Щепін В.В., Трушаков Д.В. Економічна доцільність використання пристрою для покращення психоемоційного стану водіїв транспортних підприємств. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2024. С.65-66. URL:<http://kntu.kr.ua/science/aktualni-naukovo-practychni-konferencii-2024> (дата звернення: 30.08.2024)
7. Посадовий оклад медичного працівника. URL:<https://medplatforma.com.ua/article/1803-posadoviy-oklad-lkagya-yak-formutsya> (дата звернення: 30.08.2024)
8. Сідун В.А., Ю.В. Пономарьова. Економіка підприємства: навч. посіб. К. : Центр навчальної літератури, 2006. 356 с
9. Сисоліна Н.П., Савеленко Г.В., Василенко Л.П. Інформаційне забезпечення підприємницької діяльності: навч. посіб. Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2013. 248с.

References

1. Zadorozhna Mariana. (2016). Khronichna vtoma — shche ne khvoroba, ale vzhe y ne zdorovia [Chronic fatigue is not yet a disease, but neither is it health]. *Okhorona pratsi i pozhezhna bezpeka – Labor protection and fire safety*, 12. Retrieved from: <https://oppb.com.ua/content/hronichna-vtoma-shche-nehvoroba-ale-vzhe-y-ne-zdorovya> [in Ukrainian].
2. Inna Naboka. Modnyi diahnoz. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/969682.html> [in Ukrainian].
3. Mozok spryimaie rizni kolory cherez okremi skhemy aktyvnosti [The brain perceives different colors through separate patterns of activity]. *nauka.ua*. Retrieved from: <https://www.nauka.ua/news/mozok-spriymaye-rizni-kolori-cherez-okremi-shemiaktivnosti?fbclid=IwAR1PqOxLE049UfUtBm6OeRxLGnqPH-CeKxgcr2aBjXEIjGVi4XjJly3id8> [in Ukrainian].
4. Shchepin, V.V., Trushakov, D.V. & Sirikov, O.I. (2021). Prystrii dlia korektsii psykhoemotsiinoho stanu liudyny [Creating a Device for the Correction of Psycho-Emotional State of People]. *Tsentrالنoukrainskyi naukovyi visnyk. Tekhnichni nauky – Central Ukrainian scientific bulletin/ Nechnical sciences. Issue 4(35)*, 100-110. Retrieved from: <http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/35.html> [in Ukrainian].

5. Patent na korysnu model № 150453. Prystrii dlia korektsii psykhoemotsiinoho stanu liudyny [A device for correcting the psycho-emotional state of a person]. MPK:H03J 9/06, G02B 26/04. U202106072. Shchiepin V.V., Trushakov D.V. Zaiavl. 29.10.2021 ; opubl. 16.02.2022, Biul. №7. [in Ukrainian].
6. Shchiepin, V.V. & Trushakov, D.V. (2024). Ekonomichna dotsilnist vykorystannia prystroiu dlia pokrashchennia psykhoemotsiinoho stanu vodiiv transportnykh pidpriemstv [Economic feasibility of using the device to improve the psycho-emotional state of drivers of transport enterprises]. Increasing the reliability and efficiency of machines, processes and systems: Materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kropyvnytskyi: TsNTU, 2024) Materials of the VI International Scientific and Practical Conference (pp.65-66). [in Ukrainian].
7. Posadovyi oklad medychnoho pratsivnyka . *medplatforma.com.ua*. Retrieved fom: <https://medplatforma.com.ua/article/1803-posadoviy-oklad-lkarya-yak-formutsya> [in Ukrainian].
8. Sidun, V.A. & Ponomarova, Yu.V. (2006). *Ekonomikapidpriemstva [Enterprise economy]*. Kyiv : Tsentri navchalnoiliteratury [in Ukrainian].
9. Sysolina, N.P., Savelenko, H.V. & Vasylenko, L.P. (2013). *Informatsiine zabezpechennia pidpriemnytskoi diialnosti [Information support for business activities]*. Kirovohrad: Lysenko V.F. [in Ukrainian].

Valerii Shchiepin, student, **Dmitro Trushakov**, Assos. Prof., PhD tech. sci., **Nataliia Sysolina**, Assos. Prof., PhD econ. sci., **Marianna Fedotova**, PhD tech. sci., **Oleksandr Kozlovskiy**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Ruslan Teliuta**, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Development of a Smartphone Application for Controlling the Device to Improve the Psycho-emotional State of a Person and Research the Effectiveness of the Developed Device

The article is devoted to the results of the development of a smartphone application for controlling the developed electronic device emitting multi-colored light effects to improve the psycho-emotional state of a person.

There are two main approaches to restoring a person's psycho-emotional state: drug therapy and physical therapy. Drug therapy is the main treatment, but it has a number of side effects. However, there is a certain number of people who do not want to take medicines. With the development of physiotherapy methods, it has become possible to reproduce physical factors with the help of various medical devices with hardware used for therapeutic purposes.

Scientists managed to find out that each shade of color causes different activation of the human brain. It is also known how colors affect the psychophysiological state of a person.

As a result of the analysis of existing devices, we proposed and manufactured a working model of an electronic device that emits multi-colored light effects and also measures the main parameters of the environment - temperature, humidity and atmospheric pressure. This device is also able to control the microclimate change devices in the middle of the room - air conditioner and air humidifier - based on the data of measurements of the temperature and humidity of the environment in the room. Also developed own smartphone application for remote control of the device to improve the psycho-emotional state of a person. A study of the effectiveness of the developed device was conducted.

The general block diagram of the device is given. It offers its own simple and convenient application for a smartphone, so that it is convenient to remotely control the device. The design of windows for controlling the parameters of the connected device via bluetooth is given. The library components of the proposed smartphone application for remote control of the device are given.

A study of the economic efficiency of the developed device was carried out. We determine the profit for the year for the manufacturer; the cost of a medical service when using a device for treatment. The price of the medical service of using the device with a profitability of 20% and 10% was determined. In addition, the number of patients that can be served by 1 device during 2 years is calculated. The absolute effectiveness of the introduction of the device in medical institutions is given.

electronic device, microcontroller, multi-colored light effects, psycho-emotional state of a person, smartphone application, efficiency of functioning

Одержано (Received) 11.10.2024

Прорецензовано (Reviewed) 19.10.2024

Прийнято до друку (Approved) 28.10.2024