

Л.І. Анатичук^{1,2}, Н.В. Пасечнікова³, В.О. Науменко³, О.С. Задорожний³,
С.Л. Данилюк⁴, М.В. Гаврилюк^{1,2}, В.А. Тюменцев¹, Р.Р. Кобилянський^{1,2}

Термоелектричний прилад для контактного охолодження ока людини

¹Інститут термоелектрики НАН та МОН України, Чернівці, Україна, anatyck@gmail.com

²Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна, romakobylanskyi@ukr.net

³ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії імені В.П. Філатова НАМН України», Одеса, Україна,
pasnv2017@gmail.com

⁴Центральний науково-дослідний інститут Збройних сил України, Київ, Україна, gazkom1973@gmail.com

У роботі наведено результати розробки термоелектричного приладу у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки. Розроблений прилад дає можливість контрольованого локального контактного охолодження структур ока через повіки та призначений для лікування гострих і хронічних захворювань ока, зниження внутрішньоочного тиску, зменшення больового синдрому та запальних процесів ока. Наведено особливості конструкції приладу та його технічні характеристики.

Ключові слова: термоелектричний прилад, термоелектричне охолодження, гіпотермія ока людини.

Стаття постуила до редакції 24.01.2020; прийнята до друку 15.03.2020.

Вступ

Терапевтична гіпотермія (ТГ) – це лікувальний вплив, який полягає в зниженні температури тіла хворого шляхом примусового відведення тепла від поверхні тіла або внутрішніх органів з метою зниження ризику ішемічного пошкодження тканин. ТГ у медицині відома вже більше 200 років як ефективний і доведений спосіб нейропротекції у хворих при деяких критичних станах, який забезпечує зниження смертності пацієнтів і зменшення обсягу пошкодження тканин головного мозку. У даний час ТГ розглядається як найбільш перспективний фізичний метод нейропротекторного захисту головного мозку, оскільки з позицій доказової медицини не існує жодного ефективного методу фармакологічної нейропротекції в нейроанестезійній практиці [1]. ТГ успішно застосовується в різних галузях медицини (кардіохірургії, нейрохірургії, реаніматології тощо) з метою підвищення стійкості клітин головного мозку до умов ішемії [2-6].

Відомо, що церебральний метаболізм змінюється з температурою головного мозку, в середньому на 6 - 8 % при зміні температури ядра тіла на 1°C [1]. Зниження температури нейронів центральної нервової системи обумовлює розвиток у них метаболічної депресії, що призводить до зменшення споживання кисню, підвищення стійкості до гіпоксії, ішемії та реперфузії [7, 8]. У цілому в даний час виділяють наступні механізми нейропротекторної дії ТГ: гальмування деструктивних ензиматичних реакцій; супресія вільнорадикальних реакцій; протекція пластичності ліпопротеїнів цитоплазматичних мембран; зниження споживання кисню в областях головного мозку з низьким кровотоком; поліпшення доставки кисню в ішемічні зони головного мозку і зниження внутрішньочерепного тиску; пригнічення біосинтезу і продукції ексайтотоксичних нейротрансмітерів [9-12].

У той же час відомо, що загальна ТГ супроводжується ризиком ускладнень, тому може бути застосована тільки в умовах спеціально

обладнаних реанімаційних відділень. У клінічних умовах в офтальмологічному стаціонарі вона не виправдана у зв'язку зі складністю її реалізації [3, 4]. В офтальмології є перспектива застосування локальної ТГ, наприклад, з метою зменшення внутрішньоочного тиску. На думку ряду авторів, даний ефект досягається за рахунок зменшення продукції внутрішньоочної рідини і поліпшення відтоку водянистої вологи. При цьому спостерігається і зменшення больового синдрому [13-15]. Є дані літератури про те, що локальна гіпотермія ока може приводити до зменшення продукції фібрину, зниження обсягу кровотечі, зменшення фотопошкодження під час хірургії [16]. Ряд авторів демонструють зниження хоріоїдального кровотоку і зменшення пошкодження гемато-ретинального бар'єру в умовах локальної гіпотермії [17, 18]. Є дані про застосування локальної гіпотермії для зниження запальних реакцій [19]. Відомо, що після локальної гіпотермії в оці відбуваються значні гемодинамічні зрушення, які характеризуються суттєвим розширенням судин і падінням периферичного їх опору, що ведуть до збільшення кровонаповнення судинного тракту, підвищення пульсового обсягу і швидкості кровотоку [20].

Існують різні способи охолодження ока. В експерименті було підтверджено, що при локальній контактній гіпотермії можливе зниження температури внутрішньоочних середовищ ока кролика, як при охолодженні безпосередньо зовнішньої поверхні рогівки, так і при впливі холоду через закриті повіки [21]. Для вирішення цього завдання можна використовувати, наприклад, міхур з льодом, накладаючи його на повіки [14]. Інший шлях досягнення локальної гіпотермії досягається за рахунок зрошення зовнішньої поверхні ока охолодженими розчинами. Під час внутрішньоочних

хірургічних втручань локальну гіпотермію ока можна створювати шляхом зниження температури іригаційних розчинів [22]. Враховуючи сучасні технології, перспективним виглядає розробка спеціальних термоелектричних пристроїв для локального контактного охолодження ока. Це дозволить більш ефективно та контрольовано використовувати корисні ефекти ТГ для лікування офтальмологічних захворювань.

Тому *метою даної роботи* є розробка конструкції та виготовлення експериментального зразка термоелектричного приладу у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки.

I. Конструкція і технічні характеристики приладу

В Інституті термоелектрики НАН та МОН України в рамках договору про співробітництво з ДУ "Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України" було розроблено термоелектричний прилад у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки (рис. 1). Технічні характеристики приладу наведено у таблиці 1.

Прилад призначений для лікування гострих і хронічних захворювань ока, зниження внутрішньоочного тиску, зменшення больового синдрому та запальних процесів ока людини. Розроблений термоелектричний медичний прилад дає можливість контрольованого локального контактного охолодження структур ока через повіки та дозволяє розробити і впровадити технологію контрольованої локальної терапевтичної гіпотермії в офтальмології. Такий прилад є оригінальним та не має світових аналогів.

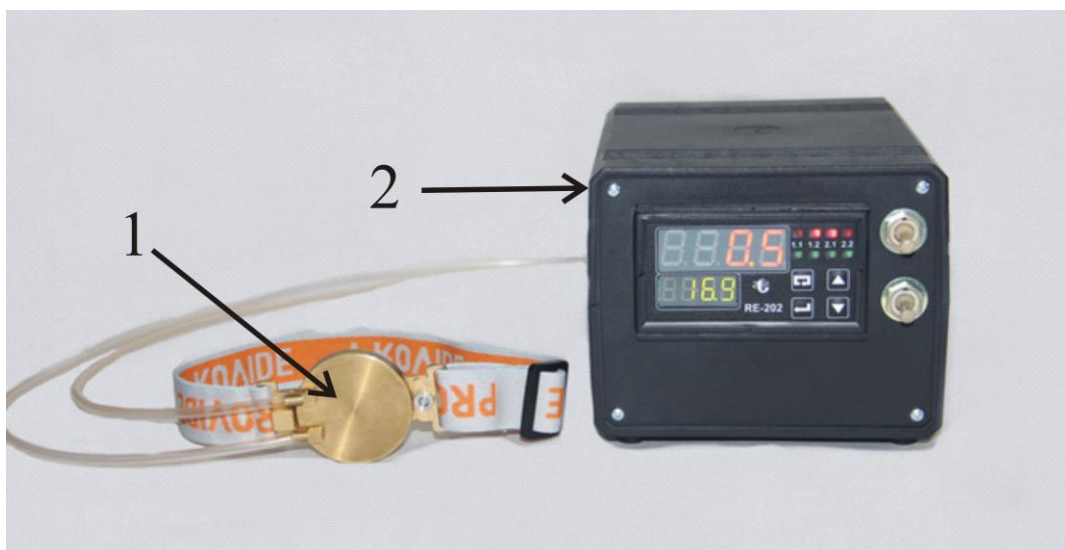


Рис. 1. Експериментальний зразок термоелектричного приладу у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки: 1 – охолоджуюча пластина, 2 – термоелектричний електронний блок охолодження, керування та живлення

Таблиця 1

Технічні характеристики приладу

№	Технічні характеристики приладу	Значення параметрів
1.	Діапазон робочих температур	(+5 ÷ +40) °C
2.	Точність підтримання температури	± 0,2 °C
3.	Дискретність вимірюваної і заданої температури	± 0,1 °C
4.	Похибка вимірювання температури, не більше	± 0,2 °C
5.	Теплове навантаження в зовнішньому контурі, не більше	20 Вт
6.	Загальна споживана потужність, не більше	120 Вт
7.	Напруга живлення (мережа змінного струму 50 Гц)	220 ± 10 В
8.	Габаритні розміри охолоджуючої пластини	(75×45×12) мм
9.	Габаритні розміри термоелектричного електронного блоку охолодження, керування та живлення	(180×120×100) мм
10.	Продуктивність насосу	40 л/год
11.	Довжина шлангів із зовнішнім датчиком температури	1 м
12.	Вага приладу	1,5 кг
13.	Час виходу приладу на температурний режим	10 хв
14.	Час неперервної роботи приладу	48 год

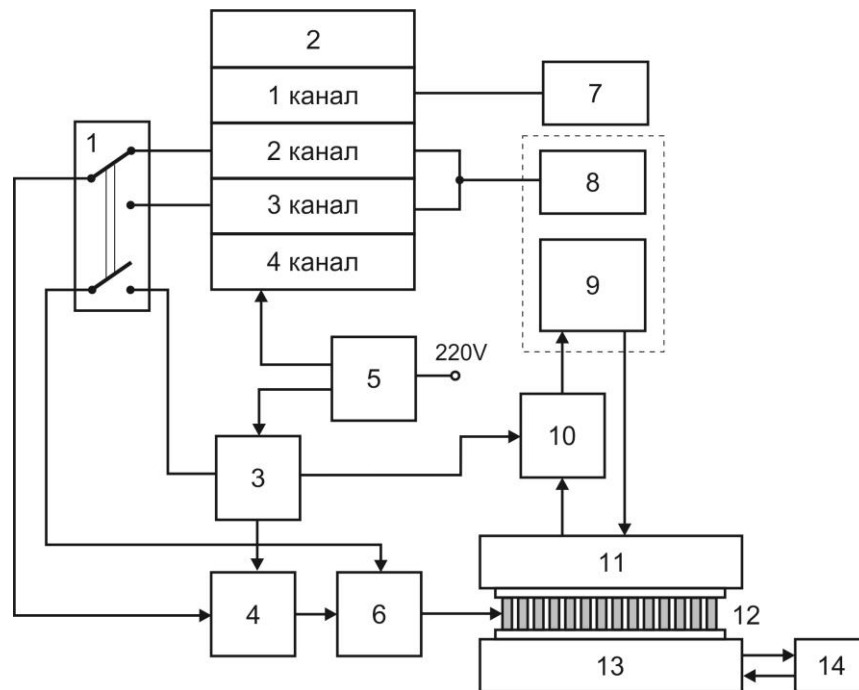


Рис. 2. Блок-схема термоелектричного приладу у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки: 1 – тумблер «НАГРІВ / ОХОЛОДЖЕННЯ», 2 – двоканальний програмований терморегулятор RE-202, 3 – блок живлення, 4 – силовий ключ, 5 – тумблер «МЕРЕЖА», 6 – комутатор, 7 – датчик температури об'єкту, 8 – датчик температури контуру термостабілізації, 9 – теплообмінник контуру термостабілізації, 10 – циркуляційний насос, 11 – резервуар з водою, 12 – термоелектричний модуль Пельтьє, 13 – теплообмінник охолодження термоелектричного модуля Пельтьє, 14 – водопровідна мережа.

Прилад складається з двох основних функціональних вузлів: охолоджуючої пластини 1 та термоелектричного електронного блоку охолодження, керування та живлення 2 (рис. 1). Охолоджуюча пластина 1 представляє собою рідинний теплообмінник, виготовлений з високотеплопровідного матеріалу – міді. Електронний блок 2 містить термоелектричний блок охолодження, блок живлення та електронний блок

керування на основі програмованого терморегулятора типу RE-202 (вимірювач-регулятор температури). У свою чергу, термоелектричний блок охолодження містить термоелектричний модуль Пельтьє [23, 24], рідинні теплообмінники та циркуляційний насос.

Термоелектричний модуль Пельтьє призначений для охолодження або нагріву циркулюючої у зовнішньому контурі рідини. Охолодження гарячої

сторони цього термоелектричного модуля здійснюється внутрішнім рідинним контуром, що підключається до водопровідної мережі. Циркуляційний насос забезпечує циркуляцію рідинного теплоносія у зовнішньому контурі.

Блок живлення призначений для електричного живлення термоелектричного модуля від мережі змінного струму 220 В. Терморегулятор РЕ-202 здійснює вимірювання температури від внутрішніх і зовнішніх терморезистивних датчиків та формує керуючі сигнали для схеми керування. У свою чергу, схема керування здійснює керування термоелектричним модулем за заданою програмою з метою підтримки встановлених оператором робочих температур.

На передній панелі приладу розташовані тумблери «ВКЛ», «НАГРІВ / ОХОЛОДЖЕННЯ» і цифрове табло терморегулятора РЕ-202. На задній панелі приладу розташовані тумблер «МЕРЕЖА», роз'єм для підключення до мережі 220 В, роз'єми для підключення зовнішніх датчиків температури «Т1» і «Т2», штуцери «КОНТУР ВХІД», «КОНТУР ВИХІД», «ВОДА ВХІД», «ВОДА ВИХІД » та запобіжник 5 А.

Блок-схему термоелектричного приладу для контактного охолодження ока людини через повіки наведено на рис. 2, де 1 – тумблер «НАГРІВ/ОХОЛОДЖЕННЯ», 2 – двоканальний програмований терморегулятор РЕ-202, 3 – блок живлення, 4 – силовий ключ, 5 – тумблер «МЕРЕЖА», 6 – комутатор, 7 – датчик температури об'єкту, 8 – датчик температури контуру термостабілізації, 9 – теплообмінник контуру термостабілізації, 10 – циркуляційний насос, 11 – резервуар з водою, 12 – термоелектричний модуль Пельтьє, 13 – теплообмінник охолодження термоелектричного модуля Пельтьє, 14 – водопровідна мережа.

II. Принцип роботи приладу

Принцип роботи приладу полягає в охолодженні або нагріву (термостабілізації) ока людини через повіки з метою лікування гострих і хронічних захворювань ока, зниження внутрішньоочного тиску, зменшення больового синдрому та запальних процесів.

Запропонований прилад працює наступним чином (рис. 2). На вхід 1-го каналу терморегулятора 2 підключений датчик температури об'єкту 7 і вимірювана температура безперервно відображається на цифровому табло терморегулятора РЕ-202. На входи 2-го і 3-го каналів терморегулятора 2 підключений датчик температури контуру термостабілізації 8, а виходи 2-го і 3-го каналів надходять на тумблер «НАГРІВ / ОХОЛОДЖЕННЯ» 1 і далі на силовий ключ 4. При цьому 2-ий канал запрограмований на охолодження, 3-ій канал – на нагрів, а 4-ий канал – на вимірювання кімнатної температури.

Якщо включити тумблер «МЕРЕЖА» 5, то мережева напруга подається на блок живлення 3 і терморегулятор 2. Якщо тумблером 1 обраний режим «ОХОЛОДЖЕННЯ», то з 2-го каналу керуючий ШІМ-сигнал надходить на силовий ключ 4, комутатор 6 включає термоелектричний модуль Пельтьє 12 як охолоджувач і електричний струм, що надходить з блоку живлення 3 на термоелектричний модуль Пельтьє 12 починає знижувати його температуру, що призводить до охолодження рідини в резервуарі 11. Циркуляційний насос 10 прокачує рідину через теплообмінник 9 контуру термостабілізації і температура об'єкту знижується до тих пір, поки не стане рівною заданій терморегулятором 2 температурі об'єкту, що контролюється датчиком 8. Тепло, що виділяється в термоелектричному модулі Пельтьє 12, відводиться теплообмінником 13 за допомогою води, що надходить з водопровідної мережі 14.

Якщо тумблером 1 обраний режим «НАГРІВ», то з 3-го каналу керуючий ШІМ-сигнал надходить на силовий ключ 4, комутатор 6 включає термоелектричний модуль Пельтьє 12 як нагрівач і електричний струм, що надходить з блоку живлення 3 на термоелектричний модуль Пельтьє 12 починає підвищувати його температуру, що призводить до нагріву рідини в резервуарі 11. Циркуляційний насос 10 прокачує рідину через теплообмінник 9 контуру термостабілізації і температура об'єкту підвищується до тих пір, поки не стане рівною заданій терморегулятором 2 температурі об'єкту, що контролюється датчиком 8. Тепло, що виділяється в термоелектричному модулі Пельтьє 12, відводиться теплообмінником 13 за допомогою води, що надходить з водопровідної мережі 14.

Вказаний прилад простий, компактний, переносний та надійний в експлуатації, що дає можливість лікарю або медичному працівнику користуватися ним без спеціальної підготовки, попередньо ознайомившись з інструкцією. Таким чином, до технічних переваг такого приладу слід віднести: наявність високоефективного термоелектричного модуля Пельтьє, можливість вимірювання і підтримання заданої температури з дискретністю $\pm 0,2$ °С, безпечність використання приладу та можливість моніторингу температури поверхні ока людини у режимі реального часу.

III. Порядок роботи з приладом

Підготовка до роботи з приладом містить наступні етапи:

1. Розмістіть прилад на рівній та стійкій поверхні. Підключіть зовнішній датчик температури Т2.
2. Підключіть до штуцерів «ВОДА ВХІД» і «ВОДА ВИХІД» воду з водопровідної мережі за допомогою шлангів з внутрішнім діаметром 6 мм і включіть малу витрату води.
3. Підключіть до штуцера «КОНТУР ВХІД» за

допомогою шлангів внутрішнього діаметра 4 мм зовнішній термостатуючий контур. Залейте в контур рідкий теплоносій, наприклад воду. При заливці теплоносія, термостат повинен знаходитися вище контуру охолодження. Увімкніть термостат тумблером «МЕРЕЖА» і періодичним включенням тумблера «ВКЛ» заповніть повністю охолоджуючий контур теплоносієм. Після заповнення контуру, одягніть шланг на штуцер «КОНТУР ВИХІД». Вимкніть тумблер «ВКЛ».

4. Задайте температуру охолодження контуру. Для цього на терморегуляторі РЕ-202 натисніть кнопку «☞» три рази, загориться зелений світлодіод 2.1 (рис.1). На верхньому індикаторі буде відображена температура датчика T1, на нижньому індикаторі – задана температура. За допомогою кнопок «▲» і «▼» встановіть необхідну задану температуру, наприклад, +10,0 °С.

5. Задайте температуру нагріву контуру. Для цього на терморегуляторі РЕ-202 двічі натисніть кнопку «☞», загориться зелений світлодіод 1.2. На верхньому індикаторі буде відображена температура датчика T1, на нижньому індикаторі – задана температура. За допомогою кнопок «▲» і «▼» встановіть необхідну температуру, наприклад, +35,0°С.

Виконавши всі перераховані вище операції, прилад вважається підготовлений до роботи.

Порядок роботи з термоелектричним приладом для контактного охолодження ока людини через повіки наступний:

1. Увімкніть тумблером «МЕРЕЖА» живлення електронного блоку 2. Повинні засвітитися індикатори на терморегуляторі РЕ-202. На верхньому індикаторі буде відображена температура датчика T2, на нижньому індикаторі – температура датчика T1.

2. Виберіть тумблером «НАГРІВ / ОХЛОДЖЕННЯ» охолодження або нагрів теплоносія у контурі.

3. Увімкніть тумблером «ВКЛ» роботу термоелектричного модуля Пельтьє. При цьому рідина почне циркулювати в контурі і буде охолоджуватися або нагріватися в залежності від обраного режиму роботи. Значення температури рідини буде відображатися на нижньому індикаторі, а на верхньому індикаторі терморегулятора буде відображатися температура об'єкту, що вимірюється. Через деякий час температура рідини зрівняється із заданою встановленою температурою термостатування.

4. Якщо при роботі приладу треба поміняти режим охолодження або нагріву, то вимкніть тумблер «ВКЛ», переведіть тумблер «НАГРІВ / ОХЛОДЖЕННЯ» і знову включіть тумблер «ВКЛ».

5. Після закінчення роботи вимкніть тумблери «ВКЛ», «МЕРЕЖА», вимкніть воду в контурі охолодження, вимкніть вилку приладу з електромережі.

УВАГА! Забороняється включати прилад за відсутності протікання води з водопровідної мережі через штуцери «ВОДА ВХІД», «ВОДА ВИХІД» тому, що це може привести до виходу з ладу термоелектричного модуля Пельтьє.

Таким чином, впровадження такого приладу в медичну практику матиме надзвичайно важливу соціальну та економічну значимість, оскільки дозволить зменшити ризик виникнення офтальмологічних ускладнень, зберегти життєздатність структур очей пацієнтів та забезпечити надання висококваліфікованої допомоги як в спеціалізованих медичних закладах, так і в екстремальних умовах. Це, в свою чергу, забезпечить належні умови для збереження здоров'я людей, підвищить ефективність та якість надання медичної допомоги в системі охорони здоров'я і стане вагомим внеском у розвиток новітньої вітчизняної медичної термоелектричної апаратури.

Слід зазначити, що для підтвердження ефективності приладу, розробки методики лікування та проведення клінічних випробувань розроблений експериментальний зразок приладу для контактного охолодження ока людини через повіки було передано в ДУ "Інститут очних хвороб та тканинної терапії ім. В.П. Філатова НАМН України" у рамках договору про співробітництво. Результати клінічних випробувань приладу будуть предметом наступних публікацій по даній тематиці.

Висновки

1. Вперше розроблено конструкцію та виготовлено експериментальний зразок термоелектричного приладу у вигляді монокулярної пов'язки для контактного охолодження ока людини через повіки. Прилад призначений для лікування гострих і хронічних захворювань ока, зниження внутрішньоочного тиску, зменшення больового синдрому та запальних процесів ока людини. Запропонований прилад не має світових аналогів.

2. Розроблений термоелектричний медичний прилад дає можливість здійснювати контрольоване контактне охолодження структур ока людини в діапазоні температур (+5 ÷ +40) °С та в подальшому дозволить розробити і впровадити технологію контрольованої локальної терапевтичної гіпотермії в офтальмології.

Анатичук Л.І. - професор, академік НАН України, д.ф.-м.н., директор Інституту термоелектрики НАН та МОН України;

Пасечнікова Н.В. - професор, член-кореспондент НАМН України, д.м.н., директор ДУ;

Науменко В.О. - професор, д.м.н., заступник директора з науково-медичної роботи ДУ;

Задорожний О.С. – к.м.н., науковий співробітник, завідувач відділенням лазерної мікрохірургії хвороб ока ДУ;

Данилюк С.Л. – д.т.н., старший науковий співробітник;

Гаврилюк М.В. - науковий співробітник;

Тюменцев В.А. - провідний інженер;

Кобиланський Р.Р. - к.ф.-м.н., старший науковий співробітник, керівник відділу медичних приладів.

- [1] A.V. Tsarev, *Emergency medicine* 7, 186 (2014).
- [2] A.G. Alzaga, M. Cerdan, J. Varon, *Resuscitation* 70 (3), 369 (2006) (<http://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2006.01.017>).
- [3] K.H. Polderman, I. Herold, *Crit. Care Med.* 37, 1101 (2009) (<http://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181962ad5>).
- [4] H. Saad, M. Aladawy, *Glob. Cardiol. Sci. Pract.* 1, 44 (2013) (<http://doi.org/10.5339/gcsp.2013.7>).
- [5] M. Holzer, *N. Engl. J. Med.*, 346, 549 (2002) (<http://doi.org/10.1056/NEJMoa012689>).
- [6] M.A. Yenari, H.S. Han, *Nat. Rev. Neurosci* 13, 267 (2012) (<http://doi.org/10.1038/nrn3174>).
- [7] S. Bernard, M. Buist, *Critical Care Medicine* 31, 2041 (2003) (<http://doi.org/10.1097/01.CCM.0000069731.18472.61>).
- [8] J.W. Lampe, L.B. Becker, *Annu. Re. Med.*, 11, 104 (2011) (<http://doi.org/10.1146/annurev-med-052009-150512>).
- [9] L.V. Usenko, A.V. Tsarev, *Obshchayia reanimatologiya – General Resuscitation* 5(1), 21 (2009).
- [10] S.A. Mayer, V.A. Sessler, *Therapeutic hypothermia* (Marcel Dekker, New York, 2005).
- [11] M.E. Nunnally, R. Jaeschke, G.J. Bellingan, et al., *Critical Care Medicine* 39, 1113 (2011) (<http://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318206bab2>).
- [12] P. Safar, *Cerebral resuscitation from temporary complete global brain ischemia*. In: *Cerebral blood flow: mechanisms of ischemia, diagnosis, and therapy* (Springer, Berlin, 2002).
- [13] G.F. Chanchikov, Z.P. Zavolskaia, V.I. Bereznikova, *J. Ophthalmology* 8, 594 (1978).
- [14] L.V. Shif, A.V. Taratynova, V.A. Neiman, N.V. Angelova, *J. Ophthalmology* 3, 187 (1981).
- [15] K. Tamai, A. Majima, F. Honda, *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* 97, 509 (1993).
- [16] N.M. Jabbour, C.L. Schepens, S.M. Buzney, *Ophthalmology* 95, 1685 (1998).
- [17] H. Fujishima, Y. Yagi, I. Toda, J. Shimazaki, K. Tsuota, *Am. J. Ophthalmol.* 119, 301 (1995).
- [18] K. Tamai, E. Toumoto, A. Majima, *Br J. Ophthalmol.* 81, 789 (1997).
- [19] M.M. Zolotareva, K.I. Chvialeva, A.I. Vasilevich, *Hypothermia with eye diseases* (Minsk, 1978).
- [20] V.I. Lazarenko, G.F. Chanchikov, I.M. Kornilovskii, V.G. Gaidabura, *J. Ophthalmology* 6, 419 (1976).
- [21] O.S. Zadorozhnyi, R.E. Nazaretian, V.V. Mirnenko, V.A. Naumenko, N.V. Pasechnikova, *Ophthalmology. Eastern Europe* 1, 73 (2018).
- [22] L.I. Anatyshuk, N.V. Pasechnikova, V.A. Naumenko, R.E. Nazaretian, N.N. Umanets, R.R. Kobylanskyi, O.S. Zadorozhnyi, *J. Ophthalmology* 1, 33 (2019) (<http://doi.org/10.31288/oftalmolzh201913338>).
- [23] L.I. Anatyshuk, *Thermoelements and thermoelectric devices*. Handbook (Naukova Dumka, Kyiv, 1979).
- [24] L.I. Anatyshuk, *Thermoelectricity*. Vol. 2. Thermoelectric power converters (Institute of Thermoelectricity, Kyiv-Chernivtsi, 2003).

L.I. Anatyshuk^{1,2}, N.V. Pasechnikova³, V.O. Naumenko³, O.S. Zadorozhnyi³,
S.L. Danyliuk⁴, M.V. Havryliuk^{1,2}, V.A. Tumentsev¹, R.R. Kobylanskyi^{1,2}

Thermoelectric Device for Contact Cooling of the Human Eye

¹*Institute of Thermoelectricity of the NAS and MES of Ukraine, Chernivtsi, Ukraine, anatysh@gmail.com*

²*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, romakobylanskyi@ukr.net*

³*State Institution "The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the NAMS of Ukraine", Odesa, Ukraine, pasnv2017@gmail.com*

⁴*Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, gazkom1973@gmail.com*

The paper presents the results of the development of a thermoelectric device in the form of a monocular dressing for contact cooling of the human eye through the eyelids. The developed device allows controlled local contact cooling of the eye structures through the eyelids and is designed to treat the acute and chronic eye diseases, reduce intraocular pressure, and reduce pain and inflammatory processes of the eye. The design features of the device and its technical characteristics are presented.

Key words: thermoelectric device, thermoelectric cooling, hypothermia of the human eye.