

## СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В КЮВЕЗІ

*Описано систему, яка призначена для використання у кювезах (барокамерах) з метою підтримки необхідної температури і вологості повітря та для лікування (профілактики) захворювань верхніх дихальних шляхів і легень аерозолями рідких лікарських речовин (мінеральних вод, водних розчинів солей, відварів лікарських трав тощо).*

**Ключові слова:** кювез, ультразвуковий зволожувач, мікроконтролер, апарат для інгаляцій.

*Описана система, которая предназначена для использования в кювезах (барокамерах) с целью поддержания необходимой температуры и влажности воздуха, а также для лечения (профилактики) заболеваний верхних дыхательных путей и легких аерозолями жидких лекарственных веществ (минеральных вод, водных растворов солей, отваров лечебных трав и т. п.).*

**Ключевые слова:** кювез, ультразвуковой увлажнитель, микроконтроллер, аппарат для ингаляций.

*Described a system that is designed for use in infant incubators (hyperbaric chambers) in order to maintain the required temperature and humidity, as well as for the treatment (prophylaxis) of diseases of the upper respiratory tract and lungs aerosols of liquid medicinal substances (mineral water, aqueous solutions of salts, herbs and broths etc.)*

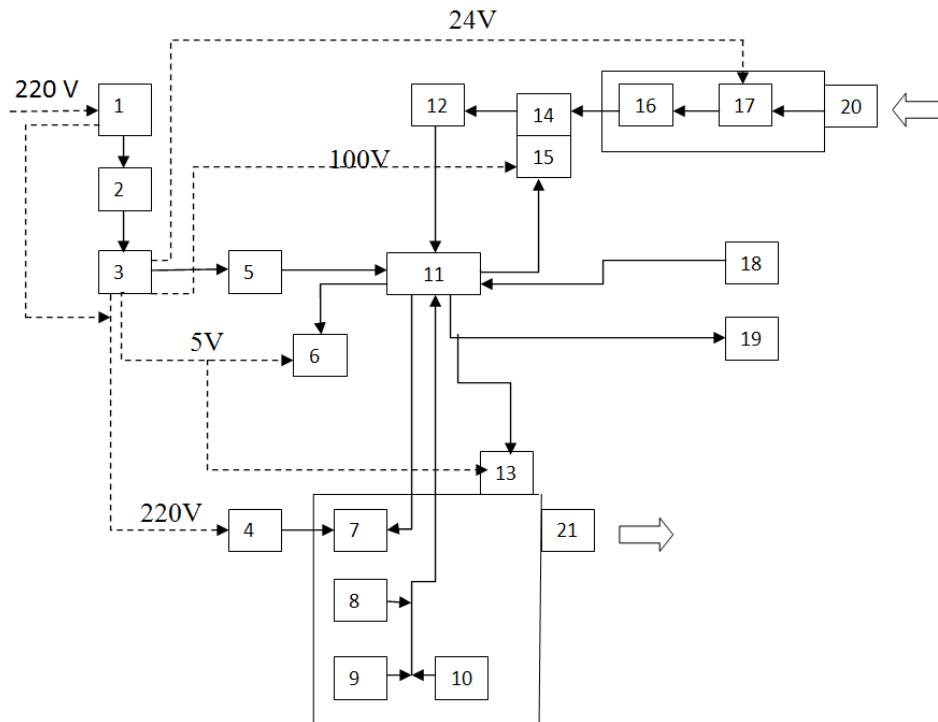
**Key words:** incubator (couveuse), ultrasonic humidifier, microcontroller, apparatus for inhalation.

**Постановка проблеми.** В Україні реалізується Державна програма «Репродуктивне здоров'я нації» і Національний проект «Нове життя – нова якість охорони материнства і дитинства», що спрямовані на покращення демографічної ситуації в країні. Але, на жаль, в державі щорічно зростають показники народження недоношених дітей із фізичними вадами й малою вагою тіла, які вимагають тривалого догляду. Якщо у 2010 році недоношених дітей народилося близько 20 тисяч (із них 2300 новонароджених із вагою тіла менше ніж 1500 г), то у 2012 – 26 тисяч (6 тис. – із вагою менше ніж 1500 г). Статистика стверджує, що залежно від країни та регіону, у світі від 3 до 16 % дітей з'являються на світ завчасно. Для України цей показник дорівнює приблизно 5 % [1].

У середньому недоношені діти хворіють частіше за звичайних дітей, а процес їх одужання триває довше. Недоношені діти більш схильні до хвороб дихальних шляхів (бронхіт, пневмонія тощо), що потребує забезпечення спеціальних умов їх утримання [2]. Для цього створені спеціалізовані медичні системи (інкубатори або кювези), де здійснюється медичний догляд за маленькими пацієнтами. Одним із найголовніших чинників, при цьому, є створення дихального комфорту і розсіювання лікарських засобів у повітрі. Виходячи з цього, актуальною є розробка системи, яка б забезпечувала одночасно лікувальні функції і мікроклімат у кювезі.

Метою роботи є розробка системи подачі аерозольних ліків у кювез для забезпечення необхідної температури і вологості повітря та для лікування (профілактики) захворювань верхніх дихальних шляхів і легень аерозолями рідких лікарських речовин (мінеральних вод, водних розчинів солей, відварів лікарських трав тощо).

**Розробка системи для забезпечення одночасно мікроклімату й подачі аерозольних ліків у кювез.** Блок-схема розробленої системи показана на рис. 1. Система складається з таких основних елементів: блок живлення; блок управління на базі мікроконтролера; блок фототерапії; датчики температури, вологості й руху повітря; системи зволоження повітря; фільтра й вентилятора повітря; повітряних клапанів. Для забезпечення відповідної вологості повітря в кювезі використовуються зволожувачі. Найвідомішими зволожувачами є генератори гарячої пари [3]. Як правило, такий прилад містить усередині корпусу ємність із водою, що знаходиться в тепловому контакті з нагрівальним елементом, який випаровує воду в ємності і направляє пару через розпилювач назовні корпусу в оброблювану кімнату. Для того, щоб ще ефективніше вирішувати проблеми, пов'язані з дихальним комфортом і з якістю повітря, були висунуті вимоги щодо розширення сфери використання таких приладів, зокрема в галузі медицини для недоношених дітей.



**Рис. 1.** Блок-схема системи для забезпечення одночасно мікроклімату й подачі аерозольних ліків у кювез:  
 1 – трансформатор блока живлення; 2 – блок зарядки; 3 – акумулятор; 4 – блок управління;  
 5 – блок контролю заряду акумулятора; 6 – ЖК-дисплей; 7 – нагрівач; 8 – датчик температури повітря;  
 9 – датчик вологості повітря; 10 – датчик руху повітря; 11 – мікроконтролер (МК); 12 – датчик рівня води;  
 13 – блок фототерапії; 14 – ємкість із водою; 15 – ультразвуковий зволожувач повітря; 16 – фільтр повітря;  
 17 – двигун електровентилятора; 18 – блок вводу інформації; 19 – блок сигналізації;  
 20 – клапан для всмоктування повітря; 21 – клапан для виходу відпрацьованого повітря

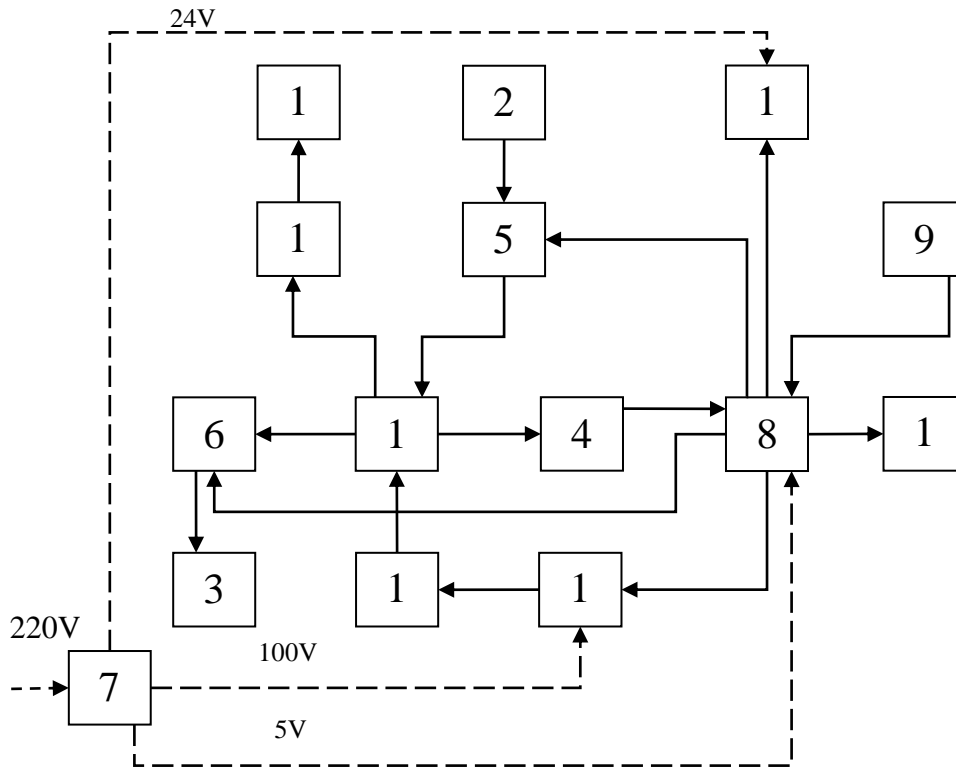
Так, у роботі [4] описано прилад, у якому міститься в ємкості вода, яка нагрівається нагрівальним елементом, зануреним на дно ємкості, і пара потім відводиться через головку, що розпилює. Нижній кінець головки проходить крізь кришку ємкості, а верхній кінець утворює сопло виходу пари. Крім того, перед вихідним соплом головка містить ємкість, що містить лікарські засоби. Пара, що виходить з ємкості, захоплює із собою за межі приладу лікарські засоби, і вони розпилюються в кювезі. Зазначений прилад виконує одночасно функції зволожувача і приладу що розпилює лікарські засоби, однак має ряд недоліків, серед яких нагрів повітря в кювезі при зволоженні, підвищений шум у процесі функціонування. Крім того, цей прилад є електро- та термічно небезпечним.

Відомий також інший тип зволожувача повітря, який виробляє холодну пару. Такий прилад, як правило, містить ємність із водою та ультразвуковий перетворювач, що примушує вібрувати відкриту поверхню води й генерує дрібні краплі води у внутрішньому просторі приладу [5]. При досить задовільній роботі такий прилад має певні недоліки при використанні в кювезі та при розпиленні лікарських засобів. Змішуючись із водою, що виходить із резервуару приладу, лікарські засоби виявляються дуже агресивними для деталей приладу, які в основному виконані з пластику, і можуть негативно позначитися на роботі приладу.

Для усунення вищезазначених недоліків була створена конструкція зволожувача повітря, що забезпечує поліпшення дихального комфорту та оздоровлення повітря, яка більш безпечна при використанні в дитячих кювезах.

Крім того, розроблений зволожувач повітря запобігає зайвим витратам лікарської речовини під час розбризкування.

Блок-схема розробленого зволожувача повітря зображена на рис. 2. Принцип роботи зволожувача повітря такий. В ємкості 1 знаходиться рідина та лікарські речовини, які в подальшому перетворюються в пару, а запас дистильованої води – в ємкості 2. Керування рівнем рідини в робочій ємкості 1 здійснюється трьома датчиками рівня. Для заповнення і звільнення ємкостей 1 і 2 використовуються клапани А та Б. Живлення мікроконтролера 8, блока управління 9, генератора електричних коливань 10, блока сигналізації 13 та РК-дисплея 14 здійснюється блоком живлення 7. Формування ультразвукових коливань та отримання холодної пари відбувається в ультразвуковому випромінювачі 11 за допомогою генератора електричних коливань 10. Після системи запобігання розбризкування 12 (влучує краплі рідини, що перевищують заданий розмір) повітряно-аерозольна суміш подається у кювез 15.



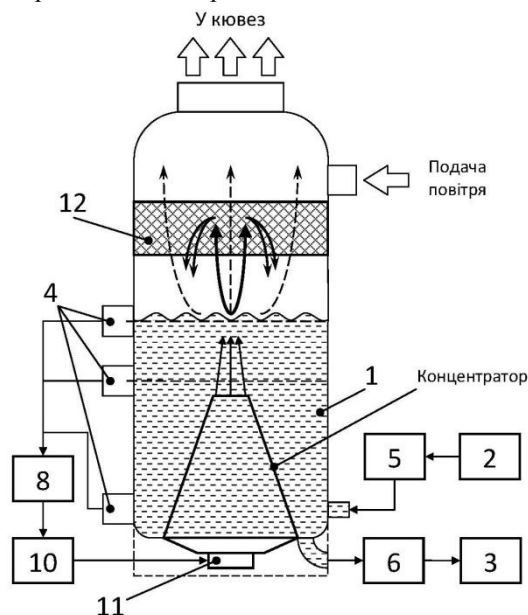
**Рис. 2.** Блок-схема зволожувача повітря:

- 1 – ємкість для рідини; 2 – ємкість (бак) із водою; 3 – ємкість із відпрацьованою водою;
- 4 – датчик рівня рідини в ємкості (3 шт.); 5 – клапан А; 6 – клапан Б; 7 – блок живлення;
- 8 – мікроконтролер (МК); 9 – блок управління; 10 – генератор електричних коливань;
- 11 – ультразвуковий випромінювач; 12 – система запобігання розбризкування; 13 – блок сигналізації;
- 14 – рідинно-кристалічний дисплей (РК-дисплей); 15 – кювет

**Конструкція ультразвукового зволожувача.**

Конструктивні схеми ультразвукового зволожувача показані на рис. 3 та 4 [6]. На цих рисунках зображено два різні варіанти при побудові системи запобігання розбризкування 12. На рис. 3 як уловлювач використовується крупнопористий матеріал, який завдяки розміру пор запобігає проходженню крізь

нього крапель, розмір яких перевищує розмір пор, але така конструкція дещо зменшує ефективність пароутворення. На рис. 4 зображена система запобігання розбризкування 12 у вигляді екрану на шляху крапель. Така модифікація не зменшує ефективність пароутворення, однак ускладнює ємкість 1.



**Рис. 3.** Схема ультразвукового зволожувача (варіант 1)

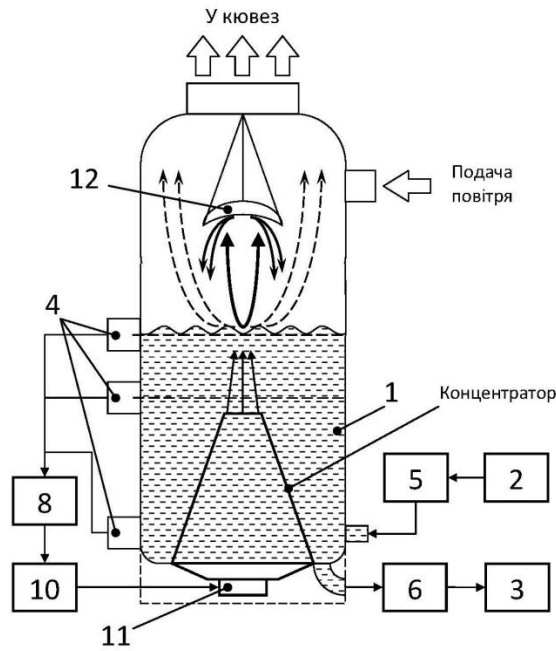


Рис. 4. Схема ультразвукового зволожувача (варіант 2)

**Алгоритм роботи системи зволоження повітря.** Алгоритм роботи системи зволоження повітря зображено на рис. 5. Система зволоження повітря працює таким чином. Після подання живлення відбувається ініціалізація МК 8. Далі відбувається перевірка датчиками рівня води 4 в ємкості для

рідини 1 (чи є вода, чи ні). Якщо є, тоді датчик посилає сигнал на МК, який, у свою чергу, подає сигнал на генератор електричних коливачів 10, а той після формування необхідних електричних коливачів подає їх до ультразвукового випромінювача 11.

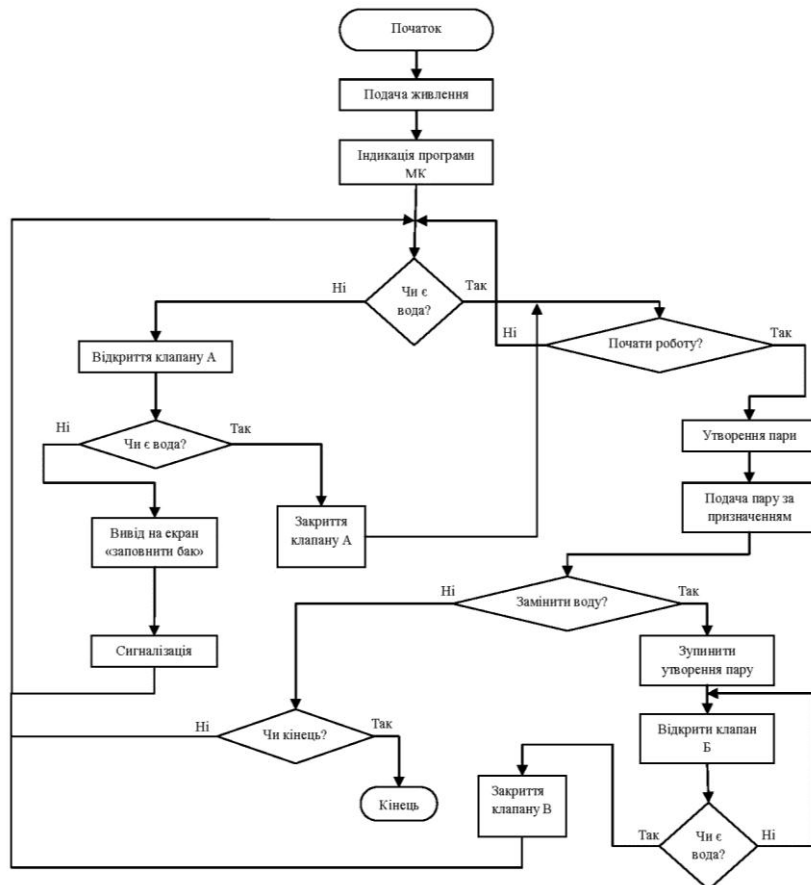


Рис. 5. Алгоритм роботи системи зволоження повітря

Завдяки концентратору починається утворення пари, яка проходить через систему запобігання розбризкування 12. Великі краплі уловлюються і під дією сил тяжіння вертаються до ємкості для рідини 1, а якщо краплі не перевищують певну величину, то вони змішуються з повітрям, і ця суміш повітря та пари подається за призначенням у кювез. При цьому на РК-дисплей 14 з МК подається запит «чи замінити воду, чи ні». У разі необхідності заміни робочої рідини (наприклад, коли відпадає необхідність розпилення певної лікарської рідини) на МК надходить відповідний сигнал із блока управління 9 і мікроконтролер зупиняє утворення пари. Після цього МК подає сигнал для відкриття клапана Б, через який відпрацьована рідина потрапляє до ємкості з відпрацьованою рідиною 3. Потім МК перевіряє наявність рідини в ємкості 1 за допомогою датчиків рівня 4. Якщо вода ще є, тоді МК знову подає сигнал для відкриття клапана Б, а якщо рідини в ємкості 1 немає, то клапан Б закривається. Далі МК відкриває клапан А, через який заповнюється ємкість 1 новою рідиною. У процесі заповнення МК проводить перевірку датчиків рівня води 4 в ємкості для рідини 1 (чи є вода, чи ні) і, якщо є, клапан А зачиняється, а МК знову подає сигнал на генератор електричних коливань 10 і далі до ультразвукового випромінювача 11. У разі відсутності рідини в баку з водою 2, вона не буде потрапляти в ємкість 1 під час заповнення. Якщо час заповнення ємкості 1 буде перевищувати встановлене в програмі МК значення, то

мікроконтролер подає сигнал на РК-дисплей, який виводить повідомлення «Заповнити бак» на блок сигналізації 13, а той подасть тривожні звукові сигнали обслуговуючому персоналу, котрий повинен заповнити бак для рідини 2. Після незначної затримки, МК знову проводить перевірку датчиків рівня води 4 і, у разі відсутності рідини, знову повторить процедуру сигналізації обслуговуючому персоналу. Паралельно цьому можна вимкнути роботу зволожувача, використовуючи відповідну кнопку на блоці управління 9. Після чого припиняється робота зволожувача за програмою і МК подає сигнал на РК-дисплей «чи почати зволоження?» та чекатиме відповідної команди з блока управління 9.

**Висновки.** Розроблено систему, що призначена для використання в кювезах (барокамерах), з метою підтримки необхідної температури і вологості повітря та для лікування (профілактики) захворювань верхніх дихальних шляхів та легень аерозолями рідких лікарських речовин (мінеральних вод, водних розчинів солей, відварів лікарських трав тощо). Також її застосування може бути ефективно використано для очищення повітря від шкідливих для здоров'я речовин та мікроорганізмів шляхом розпилення дозованих порцій рідин за заданою програмою. Застосування ультразвукового зволожувача значно знижує енерговитрати на формування туману з рідини, не підвищує температуру повітря в кювезі та є електро- і термічно безпечним порівняно з генераторами гарячої пари.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Демографічна ситуація в Україні у 2012 році : Експрес-випуск / Державна служба статистики України. 15.02.2013, № 10.2-42-81. – 26 с.
2. Пузырева Н. И. Синдром дыхательных расстройств и сурфактант легких у новорожденных / Н. И. Пузырева, Р. М. Ларюшкина, Н. К. Рыжкова. – М. : Медицина, 1997. – 240 с.
3. Липа А. И. Кондиционирование воздуха. Теоретические основы. Современные технологии обработки воздуха / А. И. Липа. – Одесса : Изд-во ВМВ, 2010. – 607 с.
4. Проскурин В. О. Увлажнитель воздуха / В. О. Проскурин. – М. : Физика, 1995. – 54 с.
5. Осипов Л. В. Индивидуальные ультразвуковые и компрессорные ингаляторы / Л. В. Осипов. – М. : Изомед, 2003. – 52 с.
6. Пат. UA 85905. МПК (2013/01) А61М 11/00. Ультразвуковой зволожувач для кювеза / О. Є. Беліков, О. М. Чимбір ; заявл. 22.04.2013; опубл. 10.12.2013. – Бюл. № 23.

**Рецензенти:** Радченко М. І., д. т. н., професор;  
Щербак Ю. Г., к. т. н., доцент.

© Беліков О. Є., Чимбір О. М., Щесюк О. В., 2014

Дата надходження статті до редколегії 11.12.2013 р.

**БЄЛКОВ Олександр Євгенович** – викладач Чорноморського державного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

**Коло наукових інтересів:** фототерапія, інформаційні технології в медичному приладобудуванні.

**ЧИМБІР Олександр Миколайович** – студент Чорноморського державного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

**Коло наукових інтересів:** інформаційні технології в медичному приладобудуванні.

**ЩЕСЮК Олег Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, Чорноморський державний університет ім. Петра Могили, м. Миколаїв.

**Коло наукових інтересів:** теплоенергетика, холодильна та кондиціонуюча техніка, відновлювальні джерела енергії.