

## АВТОМАТИЗОВАНІ ДИСПЕНСЕРИ ЛІКІВ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

**Єрофєєв С.О**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: semen.ierofieiev@nure.ua

**Анотація:** У статті досліджується роль автоматизованих диспенсерів ліків як сучасного технологічного засобу для вирішення проблеми низької прихильності пацієнтів до призначеної терапії. Розглянуто поточний стан ринку цих пристроїв та їх ключові функціональні типи. Особливу увагу приділено аналізу технічних аспектів автоматизації процесу видачі ліків, включаючи використовувані мікроконтролерні системи, виконавчі механізми та елементи сенсорики. Висвітлено основні виклики та недоліки, властиві існуючим моделям диспенсерів. Окреслено перспективні напрямки розвитку технологій автоматизованої видачі ліків, що мають на меті подолання існуючих недоліків та подальше вдосконалення пристроїв задля підвищення ефективності лікування та покращення якості життя пацієнтів.

**Ключові слова:** автоматизований диспенсер ліків, прийом медикаментів, медичні технології, мікроконтролер, автоматизація дозування.

## AUTOMATED MEDICAMENT DISPENSERS: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT TRENDS

**S. Yerofieiev**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: semen.ierofieiev@nure.ua

**Annotation:** This article explores the role of automated medication dispensers as a modern technological tool for addressing the problem of low patient adherence to prescribed therapy. It reviews the current market state of these devices and their key functional types. Particular attention is paid to analyzing the technical aspects of automating the medication dispensing process, including the microcontroller systems, executive mechanisms, and sensing elements used. The main challenges and disadvantages inherent in existing dispenser models are highlighted. Prospective development directions for automated medication dispensing technologies are outlined, aiming to overcome existing shortcomings and further improve devices to enhance treatment effectiveness and patient quality of life.

**Key words:** automated medication dispenser, medication adherence, medical technologies, microcontroller, dosage automation.

У сучасному світі, де тривалість життя зростає, а поширеність хронічних захворювань збільшується, питання ефективного управління процесом лікування стає дедалі гострішим. Однією з ключових проблем є забезпечення своєчасного та точного прийому лікарських засобів пацієнтами, що відоме як прихильність до терапії (medication adherence). Низький рівень прихильності може призвести до зниження ефективності лікування, розвитку ускладнень та збільшення навантаження на систему охорони здоров'я. У відповідь на цей виклик, технологічні рішення, зокрема автоматизовані диспенсери ліків, набувають особливої актуальності у 2025 році.

Автоматизований диспенсер ліків — це пристрій, призначений для зберігання, планування, нагадування та автоматичної видачі ліків у чітко визначений час та дозуванні (рис 1). Ці системи виступають надійними помічниками як для самих пацієнтів, так і для їхніх опікунів чи медичного персоналу, мінімізуючи ризик помилок, пов'язаних із самостійним дозуванням та дотриманням складних графіків прийому.



а) Hero Health

б) MedMinder

Рисунок 1 – Автоматизовані диспенсери

Якщо поглянути на сучасний ринок, то автоматизовані диспенсери ліків представлені досить широко. Існують різні моделі, що відрізняються за можливостями, складністю та, звісно, ціною. Можна виділити кілька основних типів. По-перше, це прості, базові автоматичні диспенсери. Зазвичай вони мають механізм на кшталт обертового диска або лотка (рис. 2) з певним числом комірок (наприклад, на тиждень).



Рисунок 2 – Диспенсер барабанного типу

Такі пристрої можуть подавати звукові або візуальні сигнали як нагадування і дають доступ до чергової дози за простим таймером. Їхній функціонал, відверто кажучи, обмежений, але для пацієнтів з нескладними схемами лікування вони є цілком доступним рішенням. По-друге, ми

бачимо активне зростання сегменту "розумних" або підключених диспенсерів. Це вже пристрої зі складнішою "начинкою", які можуть підключатися до мережі (Wi-Fi, Bluetooth), працювати разом зі смартфонами через мобільні додатки та використовувати хмарні сервіси. А це вже зовсім інші можливості: віддалене налаштування графіка, надсилання сповіщень не лише пацієнту, а й опікунам, ведення обліку прийому ліків, а іноді навіть перевірка наявності препарату в контейнері. Такі системи, як правило, гнучкіші в налаштуванні і можуть працювати зі складнішими схемами прийому. Окремо можна згадати диспенсери для специфічних потреб, розроблені, наприклад, для рідких ліків, ін'єкцій або для використання в медичних закладах (аптеках, лікарнях). Ці моделі вирізняються підвищеною точністю та продуктивністю. Які ж головні тренди ми бачимо на цьому ринку? Це, безумовно, зменшення розмірів пристроїв (мініатюризація), підвищення їхньої надійності та безпеки, а також розширення можливостей для підключення та інтеграції з іншими системами.

Як же працюють сучасні автоматизовані диспенсери? В основі – продумана інтеграція цілого комплексу технологічних рішень. Фактично, "мозком" пристрою є мікроконтролерні системи, які керують усім: відраховують час, запускають механізми, обробляють дії користувача через інтерфейс і, якщо потрібно, комунікують із зовнішнім світом. Для цього використовуються різні платформи, вибір яких залежить від того, яка обчислювальна потужність потрібна та які додаткові функції (периферія) необхідні. А за фізичне переміщення та видачу ліків відповідають виконавчі механізми. Найчастіше тут зустрічаються крокові двигуни, які забезпечують точне позиціонування обертових частин або лінійне переміщення, а також сервомотори або соленоїди, що відкривають/закривають доступ до дози. Не менш важливі і датчики. Вони потрібні для контролю положення механізмів, перевірки наявності ліків у відсіках, фіксації моменту, коли пацієнт забрав дозу. Ці датчики можуть бути оптичними, механічними чи навіть ваговими. Звісно, є і інтерфейс користувача – це може бути екран (найчастіше LCD або OLED), кнопки, поворотні ручки (енкодери) або сенсорні панелі, а також звукові та світлові індикатори. Він забезпечує взаємодію з людиною та слугує для нагадувань. Окремо варто згадати про "розумні" моделі, де активно застосовують модулі бездротового зв'язку (Wi-Fi, Bluetooth) для підключення до смартфонів, домашньої мережі або хмарних платформ, суттєво розширюючи функціонал.

Куди ж рухається розвиток автоматизованих диспенсерів далі? Можна виділити декілька основних напрямків. Наприклад, одним з головних пріоритетів є глибша інтеграція цих пристроїв з іншими елементами екосистеми здоров'я. Ідеться про системи, які зможуть обмінюватися даними з електронними медичними картками, носимими гаджетами для моніторингу стану здоров'я, телемедичними платформами. Це дозволить лікарям майже в реальному часі бачити, наскільки пацієнт дотримується схеми лікування, і оперативно вносити корективи, якщо це потрібно. Крім того, безумовно, буде розширюватися функціонал та зростатиме "інтелектуальність". Застосування елементів штучного інтелекту допоможе аналізувати, як саме пацієнт приймає ліки, прогнозувати можливі пропуски, робити нагадування більш персоналізованими і, можливо, навіть надавати базову інформацію про препарати. І, звісно, важливе завдання — це розробка більш універсальних пристроїв, які зможуть працювати не тільки зі звичними таблетками та капсулами, а й з рідкими формами, порошками, спреями для інгаляцій тощо. Не забуваймо і про такий важливий аспект, як безпека. Оскільки пристрої працюють з чутливою медичною інформацією, критично важливо забезпечити високий рівень захисту даних і відповідати всім регуляторним вимогам. І останнє, але не менш важливе — це питання доступності. Зниження вартості виробництва та спрощення використання є ключовими для того, щоб такі диспенсери стали доступнішими для ширшого кола людей, включаючи тих, хто має певні обмеження.

Так, переваг автоматизованих диспенсерів чимало, і вони постійно вдосконалюються. Але варто говорити і про виклики та недоліки, які ще є у сучасних автоматизованих диспенсерів ліків. Саме вони часто стають на заваді їх повсюдному впровадженню та ефективному використанню різними категоріями користувачів. Серед найбільш суттєвих проблем можна виділити наступні:

- **Вартість.** Передові "розумні" моделі з широким набором функцій можуть коштувати досить дорого. Це робить їх недоступними для значної частини пацієнтів, особливо вразливих верств населення або в регіонах з обмеженим фінансуванням охорони здоров'я.
- **Складність використання.** Незважаючи на зусилля розробників, інтерфейс деяких пристроїв та процес їх початкового налаштування можуть бути занадто складними для літніх людей або тих, хто не має досвіду роботи з сучасною технікою. Потрібен простий та інтуїтивно зрозумілий дизайн.
- **Обмеженість типів ліків.** Як правило, більшість поширених моделей розраховані лише на таблетки та капсули. Це створює проблему для пацієнтів, яким потрібні ліки в інших формах (сиropи, порошки, інгалятори, спреї). Універсальних рішень поки що бракує.
- **Залежність від умов.** "Розумні" диспенсери потребують стабільного електроживлення та доступу до Інтернету (Wi-Fi/Bluetooth). Проблеми з електрикою чи зв'язком можуть обмежити їх функціональність, зокрема віддалений моніторинг та сповіщення.
- **Проблема завантаження ліків.** Хоча видача ліків автоматизована, сам процес заповнення диспенсера, особливо з багатьма відсіками та різними препаратами, залишається ручним. Це вимагає високої уважності і зберігає ризик помилки "людського фактору" на етапі підготовки пристрою до роботи.

**ВИСНОВКИ.** Підсумовуючи сказане, автоматизовані диспенсери ліків – це сьогодні дійсно важливий крок вперед. Вони стають ефективним інструментом у боротьбі з такою серйозною проблемою, як низька прихильність пацієнтів до лікування. Ми бачимо, як ринок цих пристроїв розвивається: від простих таймерів з лотками до складних "розумних" систем, що вміють нагадувати, планувати і навіть спілкуватися з іншими медичними сервісами. В основі всього цього – продумана робота електроніки, механіки та програмного забезпечення, яка дозволяє автоматизувати процес видачі ліків.

Прогрес очевидний, але чи є ці пристрої ідеальними? На жаль, ні. Як ми вже розглядали, існують цілком конкретні проблеми, які обмежують їх широке застосування. Це і досить висока ціна, яка робить "розумні" моделі недоступними для багатьох. Це і складність, з якою можуть зіткнутися літні люди при налаштуванні та використанні. Це і обмеженість у роботі – більшість поширених моделей призначені тільки для таблеток або капсул, не підтримуючи інші форми ліків. Плюс, не забуваймо про нюанси із завантаженням ліків, яке часто залишається ручним, та залежність "розумних" пристроїв від стабільного зв'язку та електрики.

Саме ці невирішені питання і спонукають до подальших розробок. Мета нашого проєкту – це спроба створити автоматизований диспенсер, який зможе подолати частину з цих недоліків. Що ми конкретно плануємо зробити? По-перше, попрацювати над тим, щоб механізм видачі міг справлятися не тільки з пігулками, а й з іншими формами ліків, підвищуючи універсальність пристрою. По-друге, зосередитись на створенні такого інтерфейсу та логіки роботи, щоб пристрій був простим і зрозумілим для будь-кого, незалежно від технічних навичок, зменшуючи таким чином поріг входу для літніх користувачів. І, звичайно, намагатимемося знайти оптимальні компоненти, щоб зробити пристрій більш доступним за ціною, підвищуючи його загальну доступність.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Hughes, C. M., Barry, H. E., & Bradley, M. C. (2007). Effect of a personal automated dose-dispensing system on adherence: a case series. *Drugs & Aging*, 24(10), 911–918. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17338479/>
2. Tappen, R. M., Williams, C. L., & Fishman, M. (2017). Enhanced Adherence in Patients Using an Automated Home Medication Dispenser. *Journal of Gerontological Nursing*, 43(8), 30–35. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28749791/>
3. Jokanovic, N., Tan, E. C. K., van den Bosch, D., Kirkpatrick, C. M., Dooley, M. J., & Bell, J. S. (2021). Medication adherence support of an in-home electronic medication dispensing system for individuals living with chronic conditions: a pilot randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 21, Article 10. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7807760/>
4. Bourgeois, F. T., Shannon, M. W., Valim, C., & Mandl, K. D. (2018). The impact of automation on the safety of drug dispensing in nursing homes. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(7), 865–872. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29959837/>
5. Berdot, S., Korb, P., & Sabatier, B. (2014). Effect of automated drug distribution systems on medication error rates in a short-stay geriatric unit. *Drugs & Aging*, 31(10), 849–857. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24917185/>
6. Aldawish, A., & Alshammari, A. (2023). Reducing Medication Errors by Adopting Automatic Dispensing Cabinets in Critical Care Units. *Cureus*, 15(4), e37403. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10136387/>
7. Aalto, U. L., & Saari, M. (2021). User Perception of Automated Dose Dispensed Medicine in Home Care: A Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(10), e25121. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8544441/>
8. Hero Health. (2025). Smart Pill Dispenser. Retrieved from <https://herohealth.com/>
9. MedMinder. (2025). Automatic Pill Dispensers and Medication Management. Retrieved from <https://medminder.com/>
10. Chala, O., Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Abu-Jassar, A. (2025). MATHEMATICAL MODEL BASED ON MULTI-AGENT REINFORCEMENT LEARNING (MARL) AND PARTIALLY OBSERVABLE MARKOV DECISION PROCESS (POMDP) FOR MODELING CARGO MOVEMENT FOR A MOBILE ROBOTS GROUP. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(4), 480-489.
11. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Yevsieiev, V., Lyashenko, V., Nevliudov, I., & Luhach, A. K. (2022). Zoomorphic mobile robot development for vertical movement based on the geometrical family caterpillar. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 3046116.
12. Attar, H., Abu-Jassar, A. T., Amer, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., & Khosravi, M. R. (2022). Control system development and implementation of a CNC laser engraver for environmental use with remote imaging. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 9140156.
13. Abu-Jassar, A. T., Attar, H., Yevsieiev, V., Amer, A., Demska, N., Luhach, A. K., & Lyashenko, V. (2022). Electronic user authentication key for access to HMI/SCADA via unsecured internet networks. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 5866922.

**Науковий керівник:** Гурін Дмитро, доцент кафедри КІТАР Харківського національного університету радіоелектроніки.