

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică  
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală**

**Admis la susținere  
Șef interimar DMIB  
Serghei Raiean, conf.univ., dr.**

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ **2025**

# **SISTEM AUTOMATIZAT DE DOZARE A MEDICAMENTELOR LICHIDE**

**Teza de master**

**Student:** \_\_\_\_\_ **Semeniuc Vasili,**  
**grupa IBM-231M**

**Coordonator:** \_\_\_\_\_ **Postica Vasile,**  
**lector universitar, doctor**

**Chișinău – 2025**

## ADNOTARE

la teza de master cu tema

"Sistem automatizat de dozare a medicamentelor lichide "

**Lucrarea cuprinde:** 3 capitole, 20 figuri, 4 tabele, 63 pagini, 17 surse bibliografice, anexă.

**Cuvinte-cheie:** dozator automat, medicamente lichide, bioinginerie, precizie de dozare, dispozitive medicale.

**Relevanța cercetării** se datorează necesității de a dezvolta sisteme de dozare precise și sigure pentru medicamentele lichide, ceea ce este deosebit de important pentru prevenirea erorilor de tratament. Dispozitivele moderne au adesea limitări în ceea ce privește precizia și ușurința în utilizare, ceea ce creează nevoia de noi soluții. Dezvoltarea unui distribuitor automat care să îndeplinească cerințe ridicate este o sarcină presantă pentru îmbunătățirea calității îngrijirilor medicale.

**Scopul lucrării.** scopul lucrării este de a dezvolta un distribuitor automat de medicamente lichide care să asigure administrarea corectă și sigură a medicamentelor în conformitate cu nevoile individuale ale pacientului..

**Noutatea științifică** a lucrării constă în dezvoltarea unui nou prototip de distribuitor automat de medicamente lichide care asigură o precizie ridicată a dozării și o funcționare fiabilă. Cercetarea a propus soluții îmbunătățite pentru integrarea componentelor electronice, cum ar fi senzori și pompe, pentru a controla volumul lichidului. Software-ul dezvoltat pentru controlul dispozitivelor și prelucrarea datelor reprezintă, de asemenea, o abordare inovatoare pentru automatizarea procesului de administrare a medicamentelor.

**Semnificația teoretică** a lucrării constă în extinderea cunoștințelor despre principiile dozării automate a medicamentelor lichide și în integrarea diferitelor componente electronice în dispozitivele medicale. Lucrarea aprofundează înțelegerea proceselor de control și management al dozării în sistemele medicale. Rezultatele obținute contribuie la aprofundarea teoriei proiectării dispozitivelor medicale ținând cont de cerințele moderne de fiabilitate și eficiență.

**Semnificația practică** a lucrării constă în dezvoltarea unui prototip de distribuitor automat de medicamente lichide, care poate fi utilizat în instituțiile medicale pentru a îmbunătăți acuratețea și siguranța administrării medicamentelor. Soluțiile implementate în dispozitiv pentru integrarea senzorilor și pompelor permit controlul eficient al dozării în condiții reale de funcționare. Rezultatele obținute pot deveni baza pentru crearea de dispozitive mai avansate și mai accesibile pentru utilizare pe scară largă în practica medicală.

**ANNOTATION**  
to the master's thesis

theme "Automated liquid medication dispensing system"

**The paper includes:** 3 chapters, 20 figures, 4 tables, 63 pages, 17 bibliographic sources, application.

**Keywords:** automatic dispenser, liquid drugs, bioengineering, dosing accuracy, medical devices.

**The relevance** of the research is determined by the need to develop precise and safe liquid drug dosing systems, which is especially important for preventing errors in treatment. Modern devices often have limitations in terms of accuracy and ease of use, creating a demand for new solutions. The development of an automatic liquid drug dispenser that meets high standards is a current task aimed at improving the quality of healthcare.

**The purpose:** is to develop an automatic dispenser of liquid drugs that ensures the correct and safe administration of drugs in accordance with the individual needs of the patient.

**The scientific novelty** of the work lies in the development of a new prototype of an automatic liquid drug dispenser, ensuring high dosing accuracy and reliable operation. The study proposes improved solutions for integrating electronic components, such as sensors and pumps, for controlling liquid volume. The developed software for device management and data processing also represents an innovative approach to automating the medication delivery process.

**The theoretical significance** of the work lies in the expansion of knowledge on the principles of automatic liquid drug dosing and the integration of various electronic components in medical devices. The work deepens the understanding of the processes of control and management of dosing in medical systems. The results contribute to the development of the theory of medical device design, considering modern requirements for reliability and efficiency.

**The practical significance** of the work lies in the development of a prototype automatic liquid drug dispenser that can be used in medical institutions to enhance the accuracy and safety of drug administration. The solutions implemented in the device, including the integration of sensors and pumps, allow for effective dosing control in real-world operating conditions. The results obtained may form the basis for creating more advanced and affordable devices for widespread use in medical practice.

## АННОТАЦИЯ

к магистерской диссертации

на тему "Автоматический дозатор жидких лекарств"

**Работа состоит из:** 3 главы, 20 рисунков, 4 таблицы, 63 страниц, 17 библиографических источников, 1 приложения.

**Ключевые слова:** автоматический дозатор, жидкие лекарства, биоинженерия, точность дозирования, медицинские устройства.

**Актуальность исследования** обусловлена необходимостью разработки точных и безопасных систем дозирования жидких лекарств, что особенно важно для предотвращения ошибок в лечении. Современные устройства часто имеют ограничения по точности и удобству эксплуатации, что создает потребность в новых решениях. Разработка автоматического дозатора, отвечающего высоким требованиям, является актуальной задачей для повышения качества медицинской помощи.

**Цель работы:** разработка автоматического дозатора жидких лекарств, который обеспечит точное и безопасное введение медикаментов в соответствии с индивидуальными потребностями пациента.

**Научная новизна** работы заключается в разработке нового прототипа автоматического дозатора жидких лекарств, обеспечивающего высокую точность дозирования и надежность работы. В процессе исследования предложены улучшенные решения для интеграции электронных компонентов, таких как датчики и насосы, для контроля объема жидкости. Разработанное программное обеспечение для управления устройством и обработки данных также представляет собой инновационный подход к автоматизации процесса введения лекарств.

**Теоретическая значимость** работы заключается в расширении знаний о принципах автоматического дозирования жидких лекарств и интеграции различных электронных компонентов в медицинские устройства. Работа углубляет понимание процессов контроля и управления дозированием в медицинских системах. Полученные результаты способствуют углублению теории проектирования медицинских устройств с учетом современных требований к надежности и эффективности.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке прототипа автоматического дозатора жидких лекарств, который может быть использован в медицинских учреждениях для повышения точности и безопасности введения препаратов. Реализованные в устройстве решения по интеграции датчиков и насосов позволяют эффективно контролировать дозирование в реальных условиях эксплуатации. Полученные результаты могут стать основой для создания более совершенных и доступных устройств для широкого применения в медицинской практике.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. АНАЛИЗ ДАННЫХ В ОБЛАСТИ ДОЗИРОВАНИЯ ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВ.....	11
1.1. Определение и виды автоматических дозаторов .....	11
1.2. Принципы работы автоматических дозаторов .....	14
1.3. Классификация жидкостей и их характеристики.....	16
1.4. Технические требования дозаторов.....	18
1.5. Применение дозаторов .....	20
1.6. Современные модели дозаторов в медицине .....	22
2. КОМПОНЕНТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОЗАТОРА ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВ .....	26
2.1. Arduino Uno.....	26
2.1.1. Характеристики Arduino Uno .....	27
2.2. Датчик расстояния Arduino HC-SR04 .....	31
2.2. Одноканальный модуль реле 5В для Arduino.....	33
2.3. Помпа для воды 5В для Arduino .....	35
3. СБОРКА УСТРОЙСТВА .....	38
3.1. Платформа EasyEDA .....	38
3.2. Прошивка Arduino Uno.....	40
3.3. Симуляция прибора .....	41
3.4. Топология печатной платы и проектирование 3D-модели.....	43
3.5. Принцип работы устройства и определение перспектив .....	45
3.5.1. Принцип работы устройства.....	45
3.5.2. Описание работы кода устройства .....	47
3.5.3. Перспективы использования.....	49
3.5.4. Экономическая составляющая.....	52
3.5.5. Повышения эффективности устройства.....	56
ВЫВОДЫ .....	58
БИБЛИОГРАФИЯ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	62
Приложение 1. Код для микроконтроллерной платы Arduino UNO .....	62

## ВВЕДЕНИЕ

В лабораториях, на производствах пищевых продуктов и лекарственных препаратов, а также во многих других областях не обойтись без высокоточного дозирования веществ. Дозаторы применяют практически повсеместно, в том числе на особо крупных промышленных предприятиях в сфере нефтегазовой и химической промышленности. Выбор оборудования становится особенно ответственной задачей, когда речь идет о дозировании микродоз лекарственных препаратов и токсичных веществ.

В современном здравоохранении, где требования к качеству и безопасности медицинского обслуживания постоянно растут, автоматизация процессов введения жидких лекарств становится неотъемлемой частью эффективного лечения пациентов. Системы автоматического дозирования жидких медикаментов представляют собой высокотехнологичные решения, которые минимизируют риск ошибок, связанных с ручным введением препаратов, и обеспечивают точное соблюдение терапевтических режимов.

С увеличением числа хронических заболеваний и возрастом населения, требующего постоянного медикаментозного лечения, необходимость в надежных и эффективных системах дозирования становится все более актуальной. Ошибки при введении лекарств могут приводить к серьезным осложнениям, что подчеркивает важность точности и безопасности в данной области. Автоматические системы обеспечивают не только высокую точность дозировки, но и возможность непрерывного мониторинга состояния пациента, что позволяет врачам оперативно реагировать на изменения в его состоянии.

Технологические достижения последних лет, включая развитие информационных технологий и интеграцию с электронными медицинскими системами, открывают новые горизонты для автоматизации медицинских процессов. Современные системы могут автоматически регулировать дозу лекарства в зависимости от данных о состоянии пациента, что значительно улучшает качество лечения и повышает его эффективность.

Кроме того, внедрение таких систем позволяет оптимизировать процесс ведения медицинской документации, свести к минимуму вероятность человеческих ошибок, улучшить контроль за использованием медикаментов и снизить затраты на лечение за счет повышения общей эффективности работы медицинских учреждений. Современные устройства оснащены интеллектуальными алгоритмами, которые позволяют прогнозировать и корректировать дозирование в реальном времени, основываясь на данных мониторинга пациента. Это особенно важно в случаях, когда необходимо учитывать индивидуальные особенности организма, такие как реакции на препараты, наличие аллергий, обмен веществ и другие параметры.

В рамках данной работы будут рассмотрены ключевые аспекты автоматических систем дозирования жидких медикаментов, их принципы работы, преимущества и недостатки, а также примеры успешного внедрения в клиническую практику. Исследование направлено на анализ влияния данных систем на безопасность пациентов и эффективность медицинского обслуживания, а также на выявление перспектив для их дальнейшего развития и совершенствования.

**Целью** работы является разработка и создание прототипа автоматического дозатора жидких лекарств на основе платформы Arduino, обеспечивающего высокую точность дозирования и надежность в эксплуатации. А также проведение анализа функциональных возможностей устройства, осуществление испытания прототипа, подтверждающие его эффективность и потенциал для применения в медицинской практике.

**Задачами** для осуществления цели являются:

- Изучение теоретических основ автоматических систем дозирования
- Анализ существующих систем автоматического дозирования
- Оценка влияния систем автоматического дозирования на качество медицинского обслуживания

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Рехаб Эксперт: Медицинское Оборудование для Клиник и Реабилитации [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://rehabexpert.eu/ua/>
2. Diamarka: Товары для здоровья и красоты, диабет товары и еда без вреда [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: [https://diamarka.com/insulinovye\\_pompy/insulinovaya-pompa-medtronic-minimed-640g-s-funktsiey-smartguard-mmt-1751/](https://diamarka.com/insulinovye_pompy/insulinovaya-pompa-medtronic-minimed-640g-s-funktsiey-smartguard-mmt-1751/)
3. Medliga: Медицинское оборудование [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://medliga.ru/products/fresenius-injectomat-mc-agilia/>
4. Ksitex: Производитель сантехнического, гигиенического и технологического оборудования. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://ksitex.ru/catalog/dozatory/dozatory-dlya-myla/>
5. Эко-сервис. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://eco-serv.ru/jofel-ac14000/>
6. Arduino Uno: Руководство пользователя [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>.
7. HC-SR04 Ultrasonic Sensor Documentation. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: [https://www.micropik.com/PDF/hc\\_sr04.pdf](https://www.micropik.com/PDF/hc_sr04.pdf)
8. Медицинские устройства и их автоматизация. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://www.medicaldevices.com/articles/medical-device-automation>
9. Реле 5 В для Arduino: Руководство по использованию. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Relay>
10. Использование реле в медицинской автоматизации. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://www.sensorsportal.com/relay-medical-automation>
11. Arduino: Источник питания 9 В для автономных устройств. [Дата обращения: 09.01.2025]. Доступно: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PoweringArduino>
12. ДУБРОВИН, А. В. *Устройство экономически оптимального дозирования жидкого или полужидкого водного раствора лекарственных препаратов животным и птице производства и реализации продукции бройлерной птицефабрики*. Патент на изобретение RU 2605069 С2. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). Номер заявки 2014115052/13. Дата регистрации 16.04.2014. Дата публикации 20.12.2016
13. МАГОМЕДОВ, Д. А. и др. *Рациональное расходование лекарственных препаратов при подаче лекарственных веществ в субтеноново пространство с помощью дозатора*. Патент на изобретение RU 2335271 С1. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Дагестанский государственный



технический университет" (ДГТУ). Номер заявки 2007109411/14. Дата регистрации 14.03.2007. Дата публикации: 10.10.2008

14. МАМДЖЯН, Г. Г., ОСИПОВ, А. Ю., СМЕЛОВ, В. С. Шприцевой дозатор лекарственных средств. Патент на изобретение RU 2673983 С1. Общество с ограниченной ответственностью "МЕДПЛАНТ". Номер заявки 2018123827. Дата регистрации 29.06.2018. Дата публикации 03.12.2018.

15. ЯЦУН, С. Ф., ЛУШНИКОВ, Б. В., ЕМЕЛЬЯНОВА, О. В. Устройство для автоматического дозирования жидкости. Патент на полезную модель RU 84972 U1. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Курский государственный технический университет". Номер заявки 2009108678/22. Дата регистрации 10.03.2009. Дата публикации 20.07.2009.

16. КРАСНЮК, И. И., МИХАЙЛОВА, Г. В. *Фармацевтическая технология. Технология лекарственных форм: руководство к практическим занятиям*. Учебное пособие для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060108.65 "Фармация" по дисциплине "Фармацевтическая технология". Москва: Изд. группа "ГЭОТАР-Медиа", 2012. ISBN 978-5-9704-2182-6.

17. ХАБРИЕВ, Р. У., ПОПКОВ, В. А., КРАСНЮК, И. И. Основные принципы классификации лекарственных форм. *Химико-фармацевтический журнал* [Онлайн]. 2009, 43(2), pp. 51-56 [Дата обращения: 09.01.2025]. ISBN 0023-1134-2009-43-2-51-56. Доступно: <http://chem.folium.ru/index.php/chem/article/view/295>