

**ПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА
КОМБИНИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

THE PROGRAM FOR AUTOMATED SELECTION OF COMBINED DRUGS FOR THE
TREATMENT OF CARDIOVASCULAR DISEASES

Петрищев К.О., студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

Petrishchev K.O., Student, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Асеева А.А., студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

Aseeva A.A., Student, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Кургалин С.Д., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой цифровых технологий, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

Kurgalin S.D., DrSc in Physics and Mathematics, Professor, Head of the Digital Technologies Department, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Борзунов С.В., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

Borzunov S.V., PhD in Physics and Mathematics, Docent, Associate Professor, Voronezh State University, Voronezh, Russia

Гончарова Н.Ю., кандидат медицинских наук, доцент, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

Goncharova N.U., PhD in Medicine, Docent, Associate Professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Кириянова А.А., студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

Kiryanova A.A., Student, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Аннотация. В статье представлена разработка автоматизированной системы для подбора комбинированных препаратов при фармакотерапии артериальной гипертензии. Программа, созданная на платформе Windows Forms (C#), анализирует базу данных препаратов и предоставляет врачу оптимальные схемы лечения с учетом современного состояния фармацевтического рынка антигипертензивных лекарственных средств. Применение программы позволяет оптимизировать работу, повышая комплаентность пациентов к лечению, улучшая качество назначений и сокращая время на подбор терапии. Перспективы развития включают расширение базы данных препаратов.

Ключевые слова: медицинское ПО, алгоритм подбора лечения, C#, Windows Forms, EPPlus, медицинские информационные системы.

Abstract. The article presents the development of an automated system for selecting combined drugs in the pharmacotherapy of arterial hypertension. The program, created on the Windows Forms platform (C#), analyzes a database of medications and provides the doctor with optimal treatment regimens, considering the current state of the pharmaceutical market for antihypertensive drugs. The use of the program helps optimize workflows, improving patient compliance with treatment, enhancing the quality of prescriptions, and reducing the time spent on therapy selection. Future development prospects include expanding the drug database.

Keywords: medical software, treatment selection algorithm, C#, Windows Forms, EPPlus, medical information systems.

Артериальная гипертензия (АГ) остается одним из ведущих заболеваний сердечно-сосудистой системы, ассоциированным с развитием таких потенциально смертельных кардиоваскулярных осложнений как острый инфаркт миокарда, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность, нарушение мозгового кровообращения. Основная цель антигипертензивной терапии – снижение артериального давления (АД) ниже целевого уровня (140/90 мм рт.ст.), для чего применяются 5 классов антигипертензивных препаратов: ингибиторы АПФ (ИАПФ), антагонисты рецепторов ангиотензина-II (АРА), бета-адреноблокаторы (ББ), блокаторы кальциевых каналов (АК) и диуретики. В большинстве случаев пациентам с АГ рекомендована комбинация антигипертензивных препаратов. При этом, согласно клиническим рекомендациям, для лечения АГ предпочтительно назначение фиксированных комбинаций (в «одной таблетке») для улучшения приверженности к терапии [1, 2].

Фармацевтический рынок в настоящее время предлагает широкий выбор комбинированных антигипертензивных средств, однако лечащему врачу сложно сориентироваться в большом количестве многокомпонентных препаратов, особенно при назначении 3-4 лекарственных средств одновременно [4]. Для решения данной задачи была разработана автоматизированная система подбора комбинированных препаратов, главная цель которой – упростить и ускорить процесс выбора эффективных схем лечения, минимизируя при этом вероятность врачебных ошибок.

Программа работает с основными группами антигипертензивных препаратов, указанными в клинических рекомендациях, а также с информацией о комбинированных препаратах, содержащих гиполипидемические средства группы статины, поскольку коррекция дислипидемии является актуальной проблемой для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [2, 3]. База данных включает международные непатентованные названия (МНН) лекарственных средств, торговые наименования (ТН), форму выпуска и страну производителя препарата, стоимость 1 упаковки, частоту встречаемости в аптечной сети. При необходимости одновременного назначения нескольких лекарственных средств с антигипертензивным действием с помощью разработанного ПО лечащий врач может на основе запланированного лечения подобрать схемы с использованием 2-х, 3-х или 4-х компонентных препаратов, одновременно получив информацию о приблизительной

стоимости назначенного лечения и доступности назначенных препаратов в розничной продаже.

Программа анализирует базу данных и представляет результаты в удобном формате: полные совпадения (все выбранные компоненты присутствуют в одном препарате) выделяются жирным шрифтом. Частичные совпадения (например, 2 из 3-х требуемых компонентов) предлагаются как альтернативные варианты. Результаты сортируются по степени соответствия запросу.

Ключевыми преимуществами разработанного ПО перед традиционными методами подбора лечения являются: экономия времени – процесс, занимающий вручную 10-15 минут, сокращается до 30-60 секунд; повышение точности – исключаются ошибки, связанные с человеческим фактором; наглядность – удобное представление данных с возможностью быстрого сравнения вариантов; актуальность – база препаратов может оперативно обновляться.

Таким образом, ПО необходимо для решения задачи поиска препаратов, переводя процесс подбора комбинированной терапии в удобный формат – от трудоемкого ручного поиска к быстрому, точному и наглядному компьютерному анализу. Использование ПО позволяет врачам упростить процесс выбора и назначения фиксированных комбинаций антигипертензивных препаратов, что способствует улучшению контроля АД у пациентов, предотвращая развитие сердечно-сосудистых осложнений.

Технологии разработки ПО

Программный комплекс разработан на языке C# с использованием платформы Windows Forms, что обеспечивает создание удобного графического интерфейса для работы в операционной системе Windows. Выбор данной технологии обусловлен несколькими ключевыми преимуществами.

Архитектура и основные компоненты включают графический интерфейс, построенный на базе Windows Forms. В нем используются элементы управления ComboBox для выбора категорий и групп препаратов, DataGridView для наглядного представления результатов поиска, ListBox для отображения списка назначений и рекомендаций, а также стандартные элементы Label и Button для управления процессом.

Обработка данных реализована с помощью библиотеки EPPlus для работы с Excel-файлами (как видно на рисунке 1, где представлен скриншот окна с данными из Excel-таблицы), что позволяет выполнять чтение, анализ и поиск информации [5].

Также задействованы System.Data для организации структурированного хранения данных и System.Windows.Forms для управления элементами интерфейса.

Перечислим ключевые функциональные модули.

Модуль загрузки данных, который, как видно из листинга 1, использует EPPlus для парсинга Excel-файлов. Это позволяет загружать и обновлять базу препаратов без изменения кода программы, обрабатывать большие объемы данных с высокой скоростью и выполнять сложные поисковые запросы по нескольким параметрам.

Модуль хранения данных, применяющий словари (Dictionary) для эффективного хранения категорий препаратов, LINQ-запросы для быстрой фильтрации и сортировки информации, а также коллекции List для управления динамическими наборами данных.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	аптека ру (наличие)	СТОИМОСТЬ	РАСПРОСТРАНЕНИЕ В АПТЕКАХ	КОЛ-ВО ТАБЛ В УПАКОВКЕ	страна	ТН	иАПФ	ДОЗИРОВКА
2	есть	300	188	20	Россия	Энап Н	эналаприл	10 мг
3	есть	331	141	20	Словения	Энап НЛ	эналаприл	20 мг
4	есть	504	54	45	Россия	Энзикс дуо	эналаприл	10 мг
5	есть	443	4	30	Германия	Берлиприл плюс	эналаприл	10 мг
6	есть	628	25	28	Великобритания	Ко-ренитек	эналаприл	20 мг
7	есть	599	11	28	Италия	Леркамен Дуо	эналаприл	10 мг
8	есть	779	11	28	Италия	Леркамен Дуо	эналаприл	20 мг
9	есть	442 нет информации		30	Россия	Амлодипин Периндоприл Канон	периндоприл	5 мг
10	есть	539 нет информации		30	Россия	Амлодипин Периндоприл Канон	периндоприл	10 мг
11	есть	491	41	30	Венгрия	Амлодипин Периндоприл Тева	периндоприл	5 мг
12	есть	600	28	30	Венгрия	Амлодипин Периндоприл Тева	периндоприл	10 мг
13	есть	630	18	30	Венгрия	Амлодипин Периндоприл Тева	периндоприл	10 мг
14	есть	471	22	30	Венгрия	Амлодипин Периндоприл Тева	периндоприл	5 мг
15	есть	243	30	30	Россия	Амлодипин Периндоприл-СЗ	периндоприл	4 мг
16	есть	295	27	30	Россия	Амлодипин Периндоприл-СЗ	периндоприл	8 мг
17	есть	648	58	30	Россия	Дальнева	периндоприл	4 мг
18	есть	713	108	30	Россия	Дальнева	периндоприл	8 мг
19	есть	1643	74	90	Россия	Дальнева	периндоприл	8 мг
20	есть	410	109	30	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	2 мг
21	есть	621	139	30	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	4 мг
22	есть	1414	83	90	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	4 мг
23	есть	745	144	30	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	8 мг
24	есть	1649	80	90	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	8 мг
25	есть	806	137	30	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	8 мг
26	есть	1788	80	90	Россия	Ко-дальнева	периндоприл	8 мг

Рисунок 1 – Скриншот окна с данными из Excel таблицы

Листинг 1 – Модуль, отвечающий за обработку данных

```

public void LoadDrugData()
{
    string filePath = Path.Combine(Application.StartupPath,
"data", "Файл.xlsx");
    using (var package = new ExcelPackage(new
FileInfo(filePath)))
    {
        var worksheet =
package.Workbook.Worksheets["Препараты"];
        int totalRows = worksheet.Dimension.Rows;

        for (int row = 2; row <= totalRows; row++)
        {
            string category = worksheet.Cells[row, 1].Text;
            string group = worksheet.Cells[row, 2].Text;

            if (!groupData.ContainsKey(category))
            {
                groupData[category] = new List<string>();
            }
            groupData[category].Add(group);
        }
    }
}

```

В примере реализации загрузки данных были применены ключевые принципы, обеспечивающие высокую эффективность работы системы.

Для оптимизации производительности данные загружаются в память при старте программы, что сокращает время обработки запросов. Дополнительно используется кэширование часто запрашиваемой информации, а поиск выполняется по предварительно индексированным структурам, что значительно ускоряет обработку данных.

Архитектура системы отличается гибкостью: она позволяет легко расширять список категорий препаратов и добавлять новые параметры поиска без значительных изменений кода. Модульная структура кода упрощает сопровождение и дальнейшую доработку программы.

Программная реализация сочетает надежные технологии .NET Framework, что гарантирует стабильную работу и удобство использования приложения.

Алгоритм работы программы

Программа реализует комплексный процесс обработки данных, начинающийся с загрузки информации из структурированного Excel-файла (Файл.xlsx). На первом этапе система считывает и анализирует данные с нескольких рабочих листов, каждый из которых содержит специфическую информацию: основные группы лекарственных средств, комбинированные препараты, а также данные о дозировках и особенностях применения. Процесс загрузки включает строгую валидацию данных для проверки их целостности и соответствия требуемым форматам. Полученная информация преобразуется в оптимальные структуры хранения – используются словари (Dictionary) для организации быстрого поиска, выстраиваются иерархические связи между категориями и группами препаратов, а также реализуется кэширование часто используемых данных для ускорения последующих операций.

После успешной загрузки данных программа переходит к этапу интеллектуального поиска комбинаций. Этот процесс начинается с анализа критериев, выбранных пользователем (конкретные категории и группы препаратов). Система строит сложный поисковый запрос, учитывающий, как полные совпадения (когда в препарате присутствуют все указанные компоненты), так и частичные (не менее 50 % от запрошенных компонентов). Особое внимание уделяется применению специальных правил: автоматическому исключению несовместимых комбинаций, учету возможных фармакологических взаимодействий и приоритизации часто назначаемых схем лечения. Листинг 2 демонстрирует алгоритм добавления данных в таблицу результатов. Для обеспечения высокой скорости работы используются оптимизированные структуры данных и эффективные алгоритмы поиска.

Листинг 2 – Модуль, добавление данных в таблицу результатов

```
foreach (var row in matchGroup.Value)
{
    var rowValues = new string[worksheet.Dimension.Columns];
    for (int col = 1; col <= worksheet.Dimension.Columns; col++)
    {
        rowValues[col - 1] = worksheet.Cells[row, col].Text.Trim();
    }

    int rowIndex = dataGridView1.Rows.Add(rowValues);

    // Выделение полных совпадений
    if (matchGroup.Key == requiredCount)
```

```
{
dataGridView1.Rows[rowIndex].DefaultCellStyle.Font =
new Font(dataGridView1.DefaultCellStyle.Font, FontStyle.Bold);
}
}
```

Финальный этап работы программы (см рис. 2) – главное окно включает продвинутую обработку и представление результатов. Система выполняет многоуровневую фильтрацию полученных данных, учитывая степень совпадения, популярность назначений среди специалистов и доступность препаратов в аптечной сети. Результаты интеллектуально сортируются – сначала по количеству совпадающих компонентов, затем по частоте назначения и в алфавитном порядке. Особое внимание уделяется удобству представления информации: полные совпадения визуально выделяются, данные группируются по категориям, а цветовая индикация сразу показывает уровень совместимости препаратов. Дополнительно программа предлагает полезные функции, такие как экспорт результатов в различные форматы (Excel, PDF), формирование краткой справки по каждому препарату и показ альтернативных вариантов для рассмотрения.

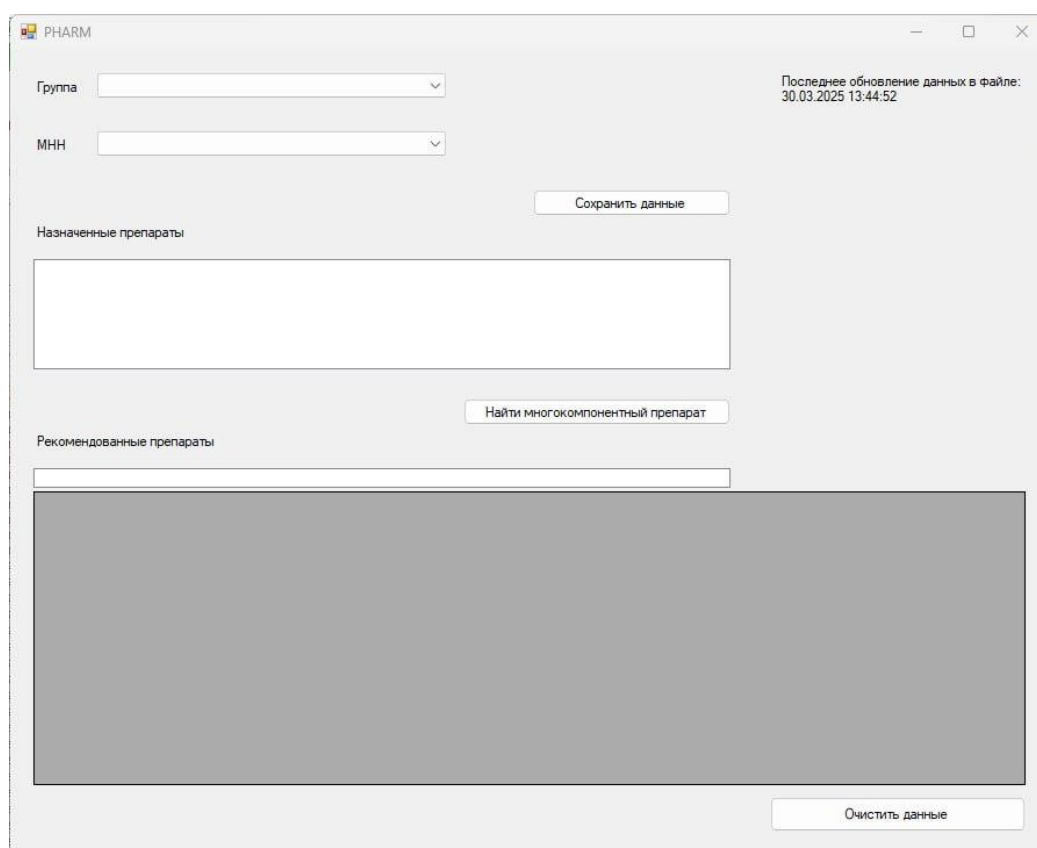


Рисунок 2 – Скриншот главного окна программы

Использование программного комплекса

Интерфейс программы разработан с учетом потребностей медицинских специалистов, предлагая интуитивно понятное и удобное рабочее пространство. Главное окно, представленное на рис. 2, организовано для максимально эффективной работы.

В верхней части интерфейса расположены ключевые элементы управления: выпадающие списки «Группа» для выбора категории препаратов (например, «Бета-адреноблокаторы») и «МНН» для указания международного непатентованного названия (такого как «бисопролол»). Здесь же находится информационная панель, отображающая дату последнего обновления данных в формате «Последнее обновление данных в Файле: 30.03.2025 13:44:52», что позволяет пользователю всегда быть в курсе актуальности информации. Завершает верхний блок кнопка «Сохранить данные», предназначенная для фиксации выбранных препаратов в списке назначений.

Центральная часть интерфейса содержит несколько важных компонентов. Секция «Назначенные препараты» динамически отображает текущий выбор пользователя (например, «Препарат: Антагонисты рецепторов АПГ, валсартан»). Рядом расположена кнопка «Найти многокомпонентный препарат», активирующая поиск лекарственных комбинаций. Основное пространство занимает таблица результатов (DataGridView) с колонками «Торговое название», «Доза» и другими, демонстрирующая результаты поиска. На рис. 3 показан пример работы программы в процессе подбора препарата.

Полных совпадений (жирный шрифт): 0, частичных совпадений: 15

	Торговое название	иАПФ	Доза	Антагонисты рецепторов ангиотензина	Доза	Бета-адреноблокаторы
▶	Престиллол	периндоприл	5 мг			бисопролол
	Амлодипин+Валсартан Канон			Валсартан	160 мг	
	Амлодипин+Валсартан+Ги, Канон			Валсартан	80 мг	
	Амлодипин+Валсартан+Ги, Канон			Валсартан	160 мг	
	Валз Комби			Валсартан	160 мг	
	Валз Н			Валсартан	80 мг	
	Конкор АМ					бисопролол
	Конкор НСТ					бисопролол
	Нипертен комби					бисопролол
	Конкор АМ					бисопролол
	Конкор АМ					бисопролол

Очистить данные

Рисунок 3 – Скриншот окна программы с подбором препарата

Нижняя часть интерфейса предоставляет сводную информацию: здесь отображаются рекомендованные препараты с указанием количества полных (выделенных жирным шрифтом) и частичных совпадений (например, «Полных совпадений: 0, частичных совпадений: 15»). Дополнительно система предлагает альтернативные варианты, такие как комбинация «Амлодипин+Валсартан» с указанием дозировки 160 мг, помогая специалисту принять оптимальное решение при назначении терапии.

Вывод

Разработанный программный комплекс автоматизирует процесс подбора комбинированных антигипертензивных препаратов, что сокращает время подбора терапии и повышает потенциальную эффективность рекомендованного лечения. Программа обеспечивает точность назначений благодаря встроенной базе данных препаратов с информацией о фармакологических группах, МНН и формах выпуска, исключая ошибки

ручного подбора. ПО формирует структурированную информацию о фиксированных комбинациях лекарственных средств, представленных на фармацевтическом рынке. Предоставляет врачу наглядные и удобные инструменты для анализа: цветовую индикацию совместимости, сортировку результатов по степени соответствия, возможность сравнения альтернативных вариантов. Простой и интуитивно понятный интерфейс делает доступной для использования ПО в отделениях терапевтического профиля, а также для работы фармацевтов и провизоров в условиях аптечных организаций. Дальнейшее развитие программы предполагает расширение и актуализацию базы данных, что позволит обеспечить более широкое внедрение ПО в клиническую практику. Таким образом, программа становится ценным инструментом для врачей, способствуя оптимизации лечебного процесса и улучшению качества помощи пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозова, Т.Е. Комбинированная антигипертензивная терапия в свете современных рекомендаций: стратегия одной таблетки / Т.Е. Морозова // Системные гипертензии. – 2018. – Т. 15, № 4. – С. 92-96. – DOI 10.26442/2075082X.2018.4.180110.
2. Левченкова, О.С. Выбор между фиксированными дозированными комбинациями антигипертензивных средств и их свободными комбинациями в лечении артериальной гипертензии / О.С. Левченкова, Р.Р. Галимулина, Б.Р. Комев, К.Д. Загнет // Архивъ внутренней медицины. – 2024. – Т. 14, № 5 (79). – С. 325-338. – DOI 10.20514/2226-6704-2024-14-5-325-338.
3. Галеева, З.М. Современные фиксированные комбинации в коррекции артериальной гипертензии и дислипидемии / З.М. Галеева, А.С. Галявич, Л.В. Балеева [и др.] // Кардиология. – 2024. – Т. 64, № 5. – С. 26-32. – DOI 10.18087/cardio.2024.5.n2656.
4. Поповская, Д.П. Выбор схем терапии пожилых пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями с учетом нежелательных лекарственных реакций / Д.П. Поповская, В.И. Шевцова, А.А. Зуйкова, А.Н. Шевцов // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2023. – Т. 24, № 2. – Р. 40-45. – DOI:10.18499/1990-472X-2023-24-2-40-45.
5. Шилдт, Г. С# 4.0: полное руководство. – Москва: ООО «И.Д. Вильямс», 2010. – 1056 с.

REFERENCES

1. Morozova, T.E. Combined antihypertensive therapy in the light of modern recommendations: strategy of one tablet – / T.E. Morozova // Systemic Hypertension. – 2018. – T. 15, № 4. – С. 92-96. – DOI 10.26442/2075082X.2018.4.180110.
2. Levchenkova, O.S. The choice between fixed-dose combinations of antihypertensive agents and their free combinations in the treatment of hypertension / O.S. Levchenkova, R.R. Galimulina, B.R. Komev, K.D. Zagnet // Archive of Internal Medicine. – 2024. – Vol. 14, No. 5 (79). – P. 325-338. – DOI 10.20514/2226-6704-2024-14-5-325-338.
3. Galeeva, Z.M. Modern fixed combinations in the correction of arterial hypertension and dyslipidemia / Z.M. Galeeva, A.S. Galyevich, L.V. Baleeva [et al.] // Cardiology. – 2024. – Vol. 64, No. 5. – P. 26-32. – DOI 10.18087/cardio.2024.5.n2656.

4. Popovskaya, D.P. The choice of treatment regimens for elderly patients with cardiovascular diseases, taking into account undesirable drug reactions / D.P. Popovskaya, V.I. Shevtsova, A.A. Zuikova, A.N. Shevtsov // Scientific and Medical Bulletin of the Central Chernozem region. – 2023. – Vol. 24, No. 2. – P. 40-45. – DOI:10.18499/1990-472X-2023-24-2-40-45.
5. Schildt, G. C# 4.0: The Complete Guide. – Moscow: I.D. Williams LLC, 2010. – 1056 p.