

УДК 519.688

ПРИМЕНЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОДБОРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В РАМКАХ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ МЕДИКАМЕНТОЗНЫМ ЛЕЧЕНИЕМ ПАЦИЕНТОВ

О. Д. Саморукова, аспирант РГРТУ, Рязань, Россия;

orcid.org/0009-0005-7168-9989, e-mail: samorukova.od@yandex.ru

А. В. Крошили, д.т.н., профессор кафедры ВПМ РГРТУ, Рязань, Россия;

orcid.org/0009-0007-0044-6570, e-mail: av_kroshilin@mail.ru

С. В. Крошили, к.т.н., доцент кафедры ВПМ РГРТУ, Рязань, Россия;

orcid.org/0009-0009-0067-1115, e-mail: asak_kasa@mail.ru

С. Ю. Жулева, к.т.н., доцент кафедры ВПМ РГРТУ, Рязань, Россия;

orcid.org/0009-0002-3956-1406, e-mail: zhuleva.svetlana@bk.ru

Рассматривается задача подбора персонифицированных схем лечения пациентов в рамках процесса управления медикаментозным лечением. Непрерывное и стремительное развитие фармакологического рынка и необходимость снижения рисков межлекарственного взаимодействия, а также повышение приверженности к лечению пациентов за счет достижения наиболее высокой эффективности лечения, в том числе в результате применения комплексной терапии, способствуют активному внедрению информационных технологий в решение вопросов выбора лекарственных средств. Целью работы являются разработка и описание семантической сети, позволяющей решать задачу подбора лекарственных средств, с учетом индивидуальных особенностей пациентов. Актуальность данной работы обусловлена развитием персонифицированной медицины и низкой эффективностью традиционной фармакотерапии, высокой частотой нежелательных лекарственных реакций, а также увеличением запросов общества на повышение эффективности медицинской помощи.

Ключевые слова: система поддержки принятия медицинских решений, медикаментозное лечение, рационализация применения лекарственных средств, семантические сети.

DOI: 10.21667/1995-4565-2025-94-151-157

Введение

В рамках процесса управления медикаментозным лечением пациентов одной из задач является подбор схемы медикаментозного лечения, т.е. выбор конкретных лекарственных средств [3, 6, 9], разрешенных к обороту на территории Российской Федерации, расчет их дозировок, определение кратности и продолжительности приема.

Цель рациональной фармакотерапии – добиться максимального результата в процессе медикаментозного лечения при минимизации рисков возникновения нежелательных побочных эффектов. Ключевой аспект рациональной фармакотерапии – это правильный выбор лекарственного средства, основанный на применении индивидуального подхода к каждому пациенту.

При подборе препарата необходимо принимать во внимание не только основные показания к его применению, но и возможные противопоказания, взаимодействие с другими лекарствами, аллергические реакции и вероятность развития зависимости [11].

Подобранные схемы лечения с применением лекарственных средств должны учитывать особенности конкретного пациента и решать вопросы подбора таких препаратов, одновременный прием которых не будет вызывать неблагоприятных последствий, либо риск их возникновения будет минимальным, с учетом имеющегося анамнеза. Таким образом, для решения поставленной задачи необходимо осуществлять одновременный анализ трех

сущностей: пациент, действующее вещество для лечения заболевания или снятия симптомов и, непосредственно, лекарственные средства (различных производителей, форм выпуска и т.п.).

Научная новизна исследования заключается в рассмотрении процесса медикаментозного лечения как процесса управления, т.е. в том числе, в исследовании обратной связи, получаемой в ходе лечения пациентов. Таким образом, информация о возникающих межлекарственных взаимодействиях и каких-либо проявлениях нежелательных реакций у людей с различными профилями будет поступать в систему не только лишь из инструкций по применению препарата, а, в том числе, из широкой медицинской практики. Корректная обработка и верификация получаемой информации способна повысить эффективность и снизить риски проведения медикаментозной терапии. Предлагаемый подход подбора лекарственной терапии с применением семантических сетей способен подбирать терапию с учетом выявленных ранее реакций у пациентов со схожими профилями.

Основные показатели профилей пациентов и особенности назначения медикаментозного лечения

К основным показателям профиля пациента можно отнести следующие:

1. Возраст.
2. Основной диагноз или заболевание, требующее лечения на момент обращения.
3. Хронические заболевания.
4. Аллергические реакции.
5. Особые состояния, такие как беременность, лактация, необходимость управления транспортным средством и т.п.
6. Получаемая терапия. [8.]

К принципам назначения лекарственных средств можно отнести следующие:

1. Персонализированный подход к лечению, который учитывает особенности организма пациента, его историю болезни и клиническую картину заболевания. Такой подход позволяет достичь максимального эффекта от медикаментозной терапии.

2. Показания и противопоказания к применению лекарственного средства. Показания определяются на основе симптомов и выявленных заболеваний. К ним относятся воспалительные процессы, боли различного происхождения, инфекционные заболевания, нарушения функций органов и систем, неврологические и психологические расстройства и другие. Противопоказания указывают на состояния, при которых применение конкретного лекарственного средства может вызвать нежелательные реакции организма или побочные эффекты. К противопоказаниям относятся индивидуальная непереносимость, аллергические реакции, заболевания и нарушения функций органов и систем, детский или пожилой возраст и другие состояния.

3. Определение оптимальной дозировки. Это означает выбор такой дозы, которая обеспечит наилучший клинический эффект при минимальном риске для пациента.

4. Выбор оптимальной формы выпуска (таблетки, капсулы, драже, сиропы и т.д.). На определение формы выпуска влияют индивидуальные особенности пациента, фармакологические свойства лекарств, клиническая ситуация и цели лечения [7].

Информация о лекарственных средствах и межлекарственное взаимодействие

Основным источником информации о лекарственных средствах являются инструкции по их применению. Также, информация может быть получена из различных баз данных о лекарственных средствах, например, из государственного реестра лекарственных средств. Для решения задачи медикаментозного лечения пациентов необходима следующая информация:

1. Торговое наименование лекарственного средства.
2. Действующее вещество и его дозировка.
3. Вспомогательные вещества.
4. Способ приема.

5. Форма выпуска (капсулы, таблетки, суспензии и т.п.).
6. Является ли препарат рецептурным.
7. Является ли препарат оригиналом или дженериком (аналог оригинального препарата).
8. Входит ли препарат в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств.

Получение и систематизация описанной информации помогают создать так называемый профиль лекарственного средства для дальнейшего его использования при решении задачи подбора индивидуальной схемы лечения пациентов, в том числе с применением комбинированной терапии, а также оценки межлекарственных взаимодействий.

Комбинированная терапия подразумевает одновременное назначение нескольких лекарственных средств для повышения эффективности лечения пациентов, что достигается благодаря следующим аспектам:

1. Синергический эффект, проявляющийся в достижении более выраженного и устойчивого терапевтического результата, превосходящего совокупное воздействие каждого компонента при монотерапии.
2. Направленное фармакологическое воздействие, обеспечивающее более точное и специфическое влияние на патологические процессы в организме.
3. Редукции фармакологической нагрузки, т. е. снижения дозировок каждого лекарственного средства, относительно дозировки при монотерапии. Использование минимально эффективных доз каждого лекарственного средства позволяет минимизировать риск возникновения побочных реакций и повышает безопасность терапии [4].

Комбинированная терапия является важным и мощным инструментом в вопросах медикаментозного лечения, однако ее применение повышает риск возникновения нежелательных взаимодействий между лекарствами. Таким образом, одновременно должны решаться два важных вопроса: повышение эффективности лечения и снижение рисков возникновения нежелательных реакций.

Построение семантической сети с целью подбора лекарственного средства

Семантические технологии являются одним из самых простых и эффективных способов создания единого ресурса данных, легкого объединения информации, доступной на разных языках [10]. Семантические сети работают по фундаментальному принципу взаимосвязанности, при котором узлы представляют собой отдельные понятия или объекты, а связи между ними обозначают отношения или ассоциации. Эти сети могут принимать различные формы, включая иерархические, ассоциативные или гибридные структуры, каждая из которых адаптирована под конкретные требования [5].

Работа семантических сетей включает в себя несколько процессов, которые позволяют системам искусственного интеллекта представлять, делать выводы и рассуждать о знаниях [1, 2]:

- Представление знаний. Первый шаг в работе с семантической сетью – определение концепций (узлов) и отношений (рёбер) между ними. Это подразумевает создание сети, которая точно отражает область знаний.

- Вывод и рассуждение. ИИ-системы могут перемещаться по сети, чтобы делать выводы на основе связей между узлами. Этот процесс включает в себя отслеживание рёбер между узлами для получения новой информации или ответов на запросы.

- Запросы к сети. Сеть может быть запрошена для получения определённой информации. Запросы могут быть сделаны для поиска связей между концепциями, определения категорий или извлечения определённых точек данных.

- Обновление сети. По мере поступления новой информации сеть можно обновлять, добавляя, изменяя или удаляя узлы и рёбра. Это позволяет сети оставаться точной и отражать самые последние знания.

• Механизмы рассуждений. Семантические сети часто используют такие механизмы рассуждений, как прямая цепочка (начиная с известных фактов и применяя правила вывода для получения новых фактов) и обратная цепочка (начиная с цели и двигаясь в обратном направлении, чтобы увидеть, могут ли известные факты подтвердить её).

Фрагмент модели семантической сети для подбора лекарственных средств представлен на рисунке 1.

Модель содержит 5 основных сущностей: пациент, действующее вещество, межлекарственное взаимодействие, лекарственное средство и дозировка.



Рисунок 1 – Фрагмент семантической сети

Figure 1 – Fragment of semantic web

Сущность «Пациент» имеет такие свойства, как:

1. Необходимое лечение.
2. Возраст.
3. Применяемые лекарственные средства.
4. Хронические заболевания.
5. Особые состояния.
6. Аллергические реакции.

Данная сущность имеет связь с сущностью «Действующее вещество», которая в свою очередь обладает такими свойствами, как:

1. Наименование вещества.
2. Показания к применению.
3. Противопоказания к применению.
4. Применение с осторожностью.

Сущность «Действующее вещество» имеет связи с сущностями «Межлекарственное взаимодействие» и «Лекарственное средство»

Сущность «Межлекарственное взаимодействие» выделена отдельно, так как при поиске взаимосвязей двух активных веществ необходимо понимание, какое именно взаимодействие

происходит между ними. Таким образом, просто связать идентификаторы разных действующих веществ друг с другом невозможно, так как данная взаимосвязь не будет нести необходимого описания. Данная сущность обладает следующими свойствами: описание взаимодействия и ID взаимодействующих пар.

Сущность «Лекарственное средство» имеет свойства:

1. Торговое название.
2. Информация о способе приема.
3. Форма выпуска.
4. Рецептурный препарат или нет.
5. Оригинальный препарат или дженерик и т.д.

Данная сущность имеет связь с сущностью «Дозировка», что обусловлено возможностью одного лекарственного средства содержать в себе несколько действующих веществ и, как следствие, необходимостью определения дозировок каждого из них, что возможно осуществить с использованием дополнительной сущности.

С целью реализации алгоритма предполагается создание базы данных необходимой структуры с описанием лекарственных препаратов и базы данных с описанием действующих веществ. Связь между активным веществом и медицинским препаратом, в который оно входит, обеспечивается тем, что в информацию о каждом таком веществе дублируется информация о лекарстве.

Получение информации о пациенте возможно либо из его электронной медицинской карты, либо путем добавления записей вручную.

Проверка на межлекарственное взаимодействие осуществляется по всем препаратам, внесенным как свойство пациента «Применяемые лекарственные средства». В случае необходимости подбора комплексного лечения предполагается осуществление проверки взаимодействия препаратов между собой и с перечнем препаратов, внесенных в поле «Применяемая терапия».

Заключение

В статье рассмотрены основные показатели профилей пациентов, которые необходимо учитывать при разработке алгоритмов подбора схем медикаментозного лечения, а также описаны основные особенности назначения лекарственных средств. Определены показатели лекарственных средств, участвующие в формировании баз данных, даны определения понятиям «комплексная терапия» и «межлекарственное взаимодействие». Составленные списки ключевых параметров позволили разработать и описать фрагмент модели семантической сети, позволяющей решать задачу подбора лекарственных препаратов в рамках управления процессом медикаментозного лечения пациентов. Представлено описание построенной сети и приведено обоснование ее структуры. В результате работы алгоритмов, построенных с применением предложенной семантической сети, для каждого пациента будут сформированы индивидуальные схемы лечения, включающие в себя наименования лекарственных средств и действующих веществ, расчет необходимых дозировок каждого препарата, описание кратности и продолжительности приема, указание формы выпуска. Такой подход позволяет снизить риск проявления нежелательных реакций из-за проведения проверок на межлекарственное взаимодействие, а также повысить эффективность лечения, благодаря четкому описанию схем приема каждого конкретного лекарственного средства.

Библиографический список

1. Жулева С.Ю., Крошилин А.В., Крошилина С.В. Разработка системы поддержки принятия решений для организации рабочего времени медицинского работника на основе методов искусственного интеллекта // Биомедицинская радиоэлектроника. 2023. Т. 26. № 3. С. 55-60.
2. Крошилин А.В., Крошилина С.В. Интеллектуальные поисковые системы на основе нечеткой логики. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2023. 140 с.: ил.

3. **Крошилин А.В., Крошилина С.В., Овечкин Г.В., Саморукова О.Д.** Моделирование процессов управления в организационных системах на основе теории нечетких когнитивных карт // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2025. № 91. С. 64-75.
4. **Литвак Н.** Искусство рационального комбинирования // Журнал «Российские аптеки» № 10, 2020 URL <https://rosapteki.ru/stati/farmklass/iskusstvo-ratsionalnogo-kombinirovaniya/> (Дата обращения: 30.05.2025)
5. **Перепелкин Д.А., Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В.** Компьютерное моделирование процессов поддержки принятия решений врача-стоматолога на основе семантических сетей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. № 89. С. 127-140.
6. **Попова А.А., Крошилин А.В., Крошилина С.В.** Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений в организационных системах распределения задач между сотрудниками // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 12. С. 55-60. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40244>
7. **Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю.** Задачи разработки систем медицинского назначения при выборе схемы медикаментозного лечения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2024. № 88. С. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114
8. **Саморукова О.Д., Крошилин А.В., Крошилина С.В.** Ключевые аспекты разработки системы поддержки принятия решений при подборе схемы медикаментозного лечения // Биотехнические, медицинские и экологические системы, измерительные устройства и робототехнические комплексы – Биомедсистемы-2023 [текст]: сб. тр. XXXVI Всерос. науч.-техн. конф. студ., мол. ученых и спец., 6-8 декабря 2023 г. / под общ. ред. В.И. Жулева. – Рязань: ИП Коняхин А.В. (Book Jet), 2023. 332 с., ил. (181-184)
9. **Саморукова О.Д.** Когнитивные технологии и вопросы управления в информационных системах медицинского назначения // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань. ИП Коняхин А.В., т. 1, 2024. 208 с. 54-56.
10. **Суздальцев А.В.** Введение в искусственный интеллект и интеллектуальные системы [Текст] / Суздальцев, А.В. Санкт-Петербург: Питер, 2021. 202 с.
11. **Трухан Д.И.** Рациональная фармакотерапия в реальной клинической практике сквозь призму мультиморбидности и лекарственной безопасности. Клинический разбор в общей медицине. 2020. № 2. С. 29-39. DOI: 10.47407/kr2020.1.2.00015

UDC 519.688

APPLICATION OF SEMANTIC NETWORKS FOR MEDICINE SELECTION IN THE CONTEXT OF PATIENTS DRUG TREATMENT MANAGEMENT

O. D. Samorukova, post-graduate student, RSREU, Ryazan, Russia;

orcid.org/0009-0005-7168-9989, e-mail: samorukova.od@yandex.ru

A. V. Kroshilin, Dr. in technical sciences, full professor, RSREU, Ryazan, Russia;

orcid.org/0009-0007-0044-6570, e-mail: av_kroshilin@mail.ru

S. V. Kroshilina, PhD (in technical sciences), associate professor, RSREU, Ryazan, Russia;

orcid.org/0009-0009-0067-1115, e-mail: asak_kasa@mail.ru

S. Yu. Zhuleva, PhD (in technical sciences), associate professor, RSREU, Ryazan, Russia;

orcid.org/0009-0002-3956-1406, e-mail: zhuleva.svetlana@bk.ru

The task of selecting personalized patient treatment regimens as part of drug treatment management process is considered. Continuous and rapid development of pharmacological market and the need to reduce the risks of inter-drug interaction as well as increase patient adherence by achieving the highest possible treatment effectiveness including the use of complex therapy, contributes to active introduction of information technology in drug selection. The aim of the work is to develop and describe a semantic

network that allows solving the problem of selecting medicine based on individual characteristics of patients. The relevance of this work is connected to the development of personalized medicine, which is due to low effectiveness of traditional pharmaceutical therapy, high frequency of adverse drug reactions as well as increased public demands for improving the effectiveness of medical care.

Keywords: medical decision support system, drug treatment, rationalization of drug use, semantic networks.

DOI: 10.21667/1995-4565-2025-94-151-157

References

1. Zhuleva S.YU., Kroshilin A.V., Kroshilina S.V. Razrabotka sistemy podderzhki prinyatiya reshenij dlya organizacii rabocheho vremeni medicinskogo rabotnika na osnove metodov iskusstvennogo intellekta. *Biomeditsinskaya radioelektronika*. 2023, vol. 26, no. 3, pp. 55-60. (in Russian)
2. Kroshilin A.V., Kroshilina S.V. Intellektual'nye poiskovyie sistemy na osnove nechetkoj logiki. Uchebnoe posobie dlya vuzov. M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2023, 140 p.: il.
3. Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Ovechkin G.V., Samorukova O.D. Modelirovanie processov upravleniya v organizacionnykh sistemakh na osnove teorii nechetkikh kognitivnykh kart. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*. 2025, no. 91, pp. 64-75. (in Russian).
4. Litvak N. Iskustvo racional'nogo kombinirovaniya . *Zhurnal «Rossijskie apteki»* 2020, no. 10. URL <https://rosapteki.ru/stati/farmklass/iskustvo-ratsionalnogo-kombinirovaniya/> (Data obrashcheniya: 30.05.2025)
5. Perepelkin D.A., Popova A.A., Kroshilin A.V., Kroshilina S.V. Komp'yuternoe modelirovanie processov podderzhki prinyatiya reshenij vracha-stomatologa na osnove semanticheskikh setej. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*. 2024, no. 89, pp. 127-140. (in Russian).
6. Popova A.A., Kroshilin A.V., Kroshilina S.V. Intellektual'naya podderzhka prinyatiya upravlencheskikh reshenij v organizacionnykh sistemakh raspredeleniya zadach mezhdru sotrudnikami. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2024, no. 12, pp. 55-60. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40244>
7. Samorukova O.D., Kroshilin A.V., Kroshilina S.V., Zhuleva S.YU. Zadachi razrabotki sistem medicinskogo naznacheniya pri vybore skhemy medikamentoznogo lecheniya. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*. 2024, no. 88, pp. 106-114. DOI: 10.21667/1995-4565-2024-88-106-114. (in Russian).
8. Samorukova O.D., Kroshilin A.V., Kroshilina S.V. Klyuchevye aspekty razrabotki sistemy podderzhki prinyatiya reshenij pri podbore skhemy medikamentoznogo lecheniya. *Biotehnicheskie, medicinskie i ehkologicheskie sistemy, izmeritel'nye ustrojstva i robototekhnicheskie komplekxy – Biomedistemy-2023* [tekst]: sb. tr. XXXVI Vseros. nauch.-tekhn. konf. stud., mol. uchenykh i spec., 6-8 dekabrya 2023 g. / pod obshch. red. V.I. Zhuleva. Ryazan': IP Konyakhin A.V. (Book Jet). 2023, 332 p., il. (181-184). (in Russian).
9. Samorukova O.D. Kognitivnye tekhnologii i voprosy upravleniya v informacionnykh sistemakh medicinskogo naznacheniy. *Novye informacionnye tekhnologii v nauchnykh issledovaniyakh: materialy XKHIKH Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov, molodykh uchenykh i specialistov*. Ryazan'. IP Konyakhin A.V., t. 1, 2024, 208, pp. 54-56. (in Russian).
10. Suzdal'cev A.V. *Vvedenie v iskusstvennyj intellekt i intellektual'nye sistemy* [Tekst]. Suzdal'cev, A.V. Sankt-Peterburg: Piter, 2021, 202 p.
11. Trukhan D.I. Racional'naya farmakoterapiya v real'noj klinicheskoy praktike skvoz' prizmu mul'timorbidnosti i lekarstvennoj bezopasnosti. *Klinicheskij razbor v obshchej medicine*. 2020, no. 2, pp. 29-39. DOI: 10.47407/kr2020.1.2.00015