

ПРИКЛАДНЫЕ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 004.422.8

Научная статья

DOI: 10.18287/2223-9537-2024-14-3-344-354



Информационная система на основе фармацевтической онтологии

© 2024, В.С. Мошкин✉, И.А. Щукарев

Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), Ульяновск, Россия

Аннотация

Для автоматизации рабочих процессов аптечного пункта предлагается информационная система на основе фармацевтической онтологии. Сущностями в разработанной онтологии являются лекарственные средства, симптомы и заболевания. В качестве источников описаний отношений между сущностями используются инструкции к лекарственным средствам, препаратам и их аналогам. Основные свойства препарата описываются его характеристиками: название, срок годности, фармакологическая группа, место хранения, форма отпуска, производитель, цена и др. Особенности спроектированной информационной системы являются: возможность поиска лекарственных средств и препаратов из числа имеющихся в аптеке и внесённых в онтологию по симптому или заболеванию; ограничение продажи лекарственных средств, имеющих противопоказания у покупателя. Функционирование большинства модулей информационной системы осуществляется с использованием машины логического вывода онтологии. Для каждого конкретного процесса проводится автоматическая проверка согласованности ограничений в онтологии с учётом специфики хранения, отпуска и продажи фармацевтических препаратов. К особенностям разработанной информационной системы можно отнести её способность осуществлять семантический поиск по объектам фармацевтической онтологии.

Ключевые слова: информационная система, семантический поиск, аптека, онтология, база знаний, симптом, заболевание, лекарственное средство.

Цитирование: Мошкин В.С., Щукарев И.А. Информационная система на основе фармацевтической онтологии // Онтология проектирования. 2024. Т.14, №3(53). С.344-354. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-3-344-354.

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №23-71-01101 «Разработка моделей и методов повышения производительности хранилищ данных посредством предиктивного анализа темпоральной диагностической информации».

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение

В настоящее время широко используются информационные системы (ИС), автоматизирующие разнообразные бизнес-процессы [1-3]. ИС, основанные на базах знаний (БЗ), позволяют в деятельности аптек экономить время фармацевта при выполнении ежедневных рутинных операций, регулировать большинство рабочих процессов в фармацевтической организации, сократить количество ошибок, связанных с человеческим фактором. Такие задачи, как работа с поставщиками, контроль остатков препаратов, заказ товара, продажа лекарственных средств (ЛС) и др. выполняются практически одновременно, поэтому управлять работой фармацевтической организации без ИС трудно. Сложности могут возникнуть и с номенклатурой, т.к. ЛС могут выпускаться в различных дозировках и формах, предназначаться для различных категорий пользователей. Для автоматизации процессов требуется

специальное программное обеспечение, которое учитывает специфику фармацевтической отрасли, например, «1С: Розница 8. Аптека»¹, «М-АПТЕКА плюс»², «F3 TAIL»³ и др. [4, 5].

В статье предлагается подход к построению ИС с использованием БЗ о лекарственных препаратах и товарах аптечного ассортимента (ТАА) в виде предметной онтологии. Решается задача автоматизации большинства ежедневных операций, выполняемых фармацевтом в аптечном пункте, таких как работа с ценами и рекламными акциями, консультирование покупателей, контроль остатков товара и т.д. В разработанной ИС реализован алгоритм семантического поиска по объектам фармацевтической онтологии, что позволяет с помощью графического интерфейса с подсказками вести поиск ЛС и их аналогов по симптомам или описаниям болезней, вносить необходимые изменения в данные о группах товаров, а также ограничивать продажу ЛС на основе указанных противопоказаний.

1 Онтологии предметных областей (Про)

Онтологию можно построить как некую иерархическую структуру классов, связанных понятиями, представив её в графическом виде. Данная связь реализуется с помощью триплета: субъект – отношение – объект [6, 7].

На основе онтологий создаются БЗ, которые являются необходимыми составляющими ИС [8]. Так, в работе [9] предложена ИС, основанная на онтологии взаимодействия лекарств, которая помогает врачам и фармацевтам учитывать побочные эффекты. В ней заложены семантические отношения между заболеваниями, ЛС, механизмами действия, физиологическими эффектами, дозами, способами введения и т.д. Такая ИС может быть полезна фармацевтам при учёте взаимодействия лекарств на организм пациента. В статье [10] описаны разработанная на основе онтологий ИС и её внедрение в клиническую практику. ИС генерирует оповещения при выявлении ошибок в назначении лекарств согласно данным пациента. В работе [11] рассматривается система электронного здравоохранения на основе онтологии ПроО. ИС предоставляет информацию о ближайшей больнице, лучшей машине скорой помощи, лаборатории, сведения о соответствующем отделении или враче путём сбора информации от пользователей и т.д.

В данной статье ИС «*UlPharma*» разработана на основе фармацевтической онтологии, построенной средствами библиотеки *owlready2*⁴ языка *Python*⁵. Редактор онтологий *Protégé*⁶ позволяет представить её в виде графа, проверить иерархию онтологии, а также выявить неточности, связанные, например, с названиями ЛС. На рисунке 1 показан фрагмент фармацевтической онтологии в виде графа, описывающего классы и их отношения. Некоторые экземпляры (а) и свойства (б, в) фармацевтической онтологии (конкретные препараты, болезни и симптомы) приведены на рисунке 2. При составлении данной онтологии указывались два конкретных свойства (рисунки 2б и 2в): *Domain* – это набор классов, к экземплярам которых применимо данное свойство; *Range* – это тип значений, которые они принимают.

Экземпляры классов взаимодействуют друг с другом через свойства объектов (*object_property*, см. рисунок 2б). Свойства экземпляров, значениями которых являются число, дата или строка, задаются с помощью *data_properties* (рисунок 2в).

¹ 1С: Розница 8. Аптека – отраслевое решение для автоматизации аптек и аптечных пунктов. <https://solutions.1c.ru/catalog/drugstore>.

² Программный комплекс «М-АПТЕКА плюс» предназначен для автоматизации аптек и аптечных сетей. <https://m-apteka.com/>.

³ F3 TAIL – программа для автоматизации аптек и розничной торговли. <https://www.spargo.ru/app/f3tail/>.

⁴ *owlready2* – пакет для онтологического программирования на *Python*. <https://owlready2.readthedocs.io/en/v0.42/>.

⁵ *Python* – высокоуровневый язык программирования. <https://www.python.org/>.

⁶ *Protégé* – свободный, открытый редактор онтологий и фреймворк для построения баз знаний. <https://protege.stanford.edu/>.

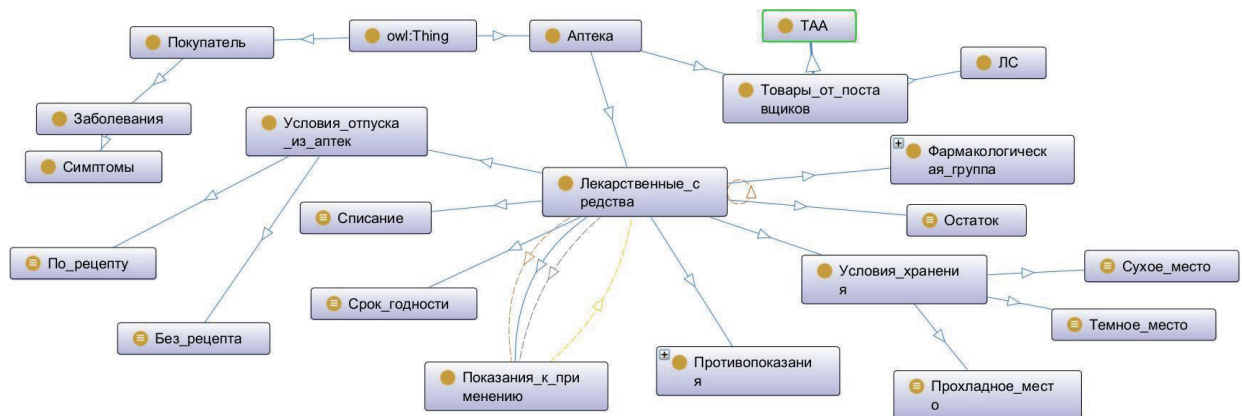


Рисунок 1 – Фрагмент фармацевтической онтологии в виде графа

The screenshot shows a software interface with a list of individuals on the left, including 'Ацц' (Acid). The main area displays the 'Description: Ацц' and 'Property assertions: Ацц'. The 'Description: Ацц' section shows the type 'Лекарственные средства' (Medicines) and lists 'Same Individual As' and 'Different Individuals'. The 'Property assertions: Ацц' section shows object property assertions: 'применяется при Бронхит', 'применяется при Заболевания органов дыхания', and 'применяется при Кашель'. It also shows data property assertions: 'годен до "2025-02-08"', 'по рецепту false', 'производитель "Гермес Фарма Гес.М.6.Х., Австрия"', 'группа "простудные"', 'место хранения "сухое"', 'остаток 2', and 'цена 120'.

а)

The two screenshots show the properties of the 'применяется при' and 'годен до' properties. The left screenshot shows the 'применяется при' property, which is an 'owl:topObjectProperty'. It has a description 'применяется при' and is characterized by 'Functional', 'Inverse functional', 'Transitive', 'Symmetric', 'Asymmetric', 'Reflexive', and 'Irreflexive'. It has domains 'Лекарственные средства' and 'Показания к применению'. The right screenshot shows the 'годен до' property, which is an 'owl:topDataProperty'. It has a description 'годен до' and is characterized by 'Functional'. It has a domain 'Лекарственные средства' and a range 'xsd:date'.

б)

в)

Рисунок 2 – Некоторые экземпляры (а) и свойства (б, в) фармацевтической онтологии

В ИС использованы следующие особенности онтологии:

- в класс «Остаток» после запуска машины логического вывода (МЛВ), согласно правилу ((*осталось some xsd:integer*[> 0]) and (*осталось some xsd:integer*[<= 2])), попадают экземпляры (ЛС и ТАА), которых мало или которые закончились;
- в класс «Срок годности» после запуска МЛВ, согласно правилу (ЛС and (годен_до *some xsd:date*[<= "2024-06-10"^^*xsd:date*])), попадают ЛС и ТАА срок годности которых заканчивается в ближайшие два месяца, начиная с даты обращения;
- в класс «Списание» после запуска МЛВ попадают ЛС и ТАА, которые были забракованы вследствие нарушения целостности упаковки. Все ЛС разделены по соответствующим фармакологическим группам согласно свойствам экземпляров (тип: *str*);
- после запуска МЛВ, с учётом правил для эквивалентности классов, происходит наполнение экземплярами (ЛС и ТАА) классов условия хранения (сухое, тёмное или прохладное место) и условия отпуска из аптек (без рецепта и по рецепту).

В ИС предусмотрено своевременное пополнение новых наименований ЛС и ТАА, которые можно добавить через соответствующее меню программы.

2 Выбор программных средств для ИС

Наиболее известными средствами для создания и редактирования онтологий являются *Protégé*, *Fluent Editor* и библиотека *Owlready2* для языка программирования *Python* [12-14]. *Protégé* поддерживает язык описания онтологий *OWL* и позволяет генерировать *HTML*-документы, которые отражают структуру онтологии, а сложные ограничения можно реализовать с помощью *Manchester Syntax* [15]. Использование языка программирования *Python* удобно в связи с наличием возможности работы как с онтологиями (библиотека *Owlready2*), так и с графикой (библиотека *tkinter*⁷) [16, 17].

Для конечного пользователя является важным наличие русского языка в программе. Поэтому создание русскоязычных онтологий, которые могут быть положены в основу русскоязычных ИС, является актуальной задачей [18].

Для создания ИС выбрана интегрированная среда разработки *PyCharm*⁸, которая предоставляет пользователю комплекс средств для написания кода с возможностью выявления ошибок в нём и визуальный отладчик.

Создание ИС на основе фармацевтической онтологии включает в т.ч. разработку структуры приложения и его стилистического оформления. При разработке графического интерфейса, с которым пользователь может взаимодействовать, использована библиотека *tkinter*.

3 Функциональность разработанной ИС

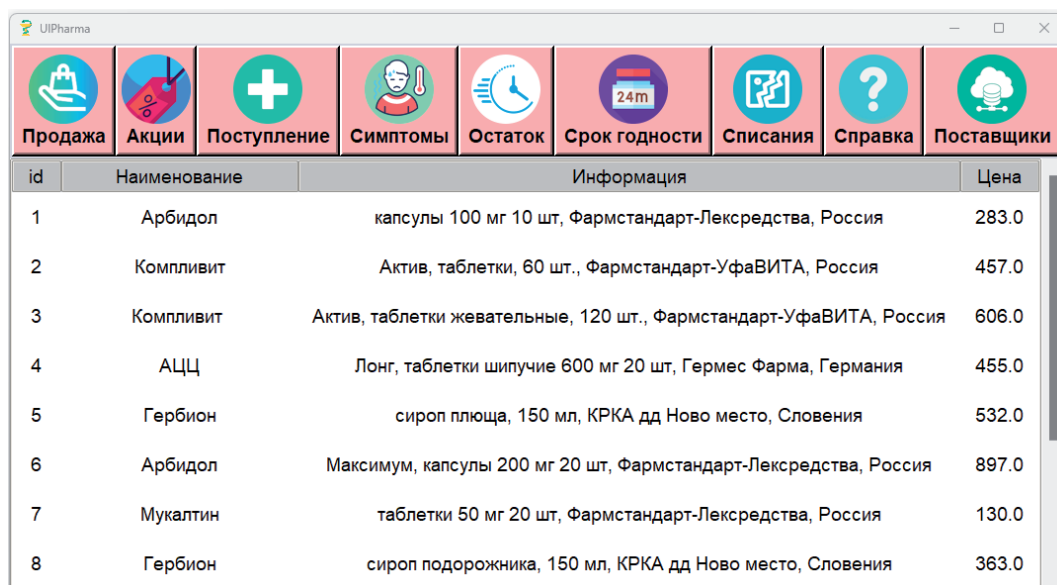
Главное окно разработанной ИС «*UlPharma*» для автоматизации работы аптеки на основе фармацевтической онтологии состоит из девяти основных вкладок (рисунок 3).

Каждая вкладка (раздел) имеет заголовок с описанием выполняемой функции.

В разделе «*Продажа*» содержится текстовое поле, которое предназначено для внесения названия ЛС, и поле для занесения необходимого количества для продажи (рисунок 4). В нижней части окна раздела расположены функциональные кнопки. Кнопка «Цена» выводит на экран цену интересующего наименования и цену по акции, если такая имеется на соответствующую фармакологическую группу. Кнопкой «Продажа» выводятся сведения о реализации потребителю выбранного наименования и соответствующего ему количества товара. Активация этой кнопки происходит уменьшение запасов выбранного товара в аптеке. Кнопка «Очистить» служит для очистки всех полей ввода от находящейся в них информации на случай неправильных или ошибочно введенных данных. Кнопкой «Заккрыть» закрывается текущая вкладка.

⁷ *Tkinter* – стандартная библиотека *Python* для создания приложений с графическим интерфейсом. <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>.

⁸ *PyCharm* – кроссплатформенная интегрированная среда разработки. <https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/>.



id	Наименование	Информация	Цена
1	Арбидол	капсулы 100 мг 10 шт, Фармстандарт-Лексредства, Россия	283.0
2	Компливит	Актив, таблетки, 60 шт., Фармстандарт-УфаВИТА, Россия	457.0
3	Компливит	Актив, таблетки жевательные, 120 шт., Фармстандарт-УфаВИТА, Россия	606.0
4	АЦЦ	Лонг, таблетки шипучие 600 мг 20 шт, Гермес Фарма, Германия	455.0
5	Гербион	сироп плюща, 150 мл, КРКА дд Ново место, Словения	532.0
6	Арбидол	Максимум, капсулы 200 мг 20 шт, Фармстандарт-Лексредства, Россия	897.0
7	Мукалтин	таблетки 50 мг 20 шт, Фармстандарт-Лексредства, Россия	130.0
8	Гербион	сироп подорожника, 150 мл, КРКА дд Ново место, Словения	363.0

Рисунок 3 – Главное окно информационной системы *UlPharma*

Одним из способов привлечения клиентов является проведение акций или скидок на выбранные группы товаров [19]. Раздел «Акции» предназначен сведений об акциях на выбранные группы (категории) товаров (см. рисунок 5). В данном разделе в поле вносится необходимый размер скидки, а из раскрывающегося списка выбирается та фармакологическая группа, к которой применяется скидка. Кнопки «Отменить» и «Закрыть» служат для удаления информации из поля ввода и закрытия окна. Активация скидки происходит с применением правил, являющихся импликацией между предпосылкой и следствием. Например, при активации определённой скидки для фармакологической группы «Простудные» действует следующее правило:

$Apteka.rule = Apteka.Imp().set_as_rule("Простудные(?p), цена(?p, ?c), divide(?div, ?c, 100), multiply(?mul, ?div, 0), subtract(?sub, ?c, ?mul) \rightarrow цена_по_акции(?p, ?sub)")$. Применение данного правила происходит после запуска МЛВ для онтологии, т.е. у всех ЛС, которые относятся к фармакологической группе простудные, цена уменьшается на 10%. С использованием подобных правил можно вводить ограничения на цены большого числа наименований, отвечающих определённым условиям.

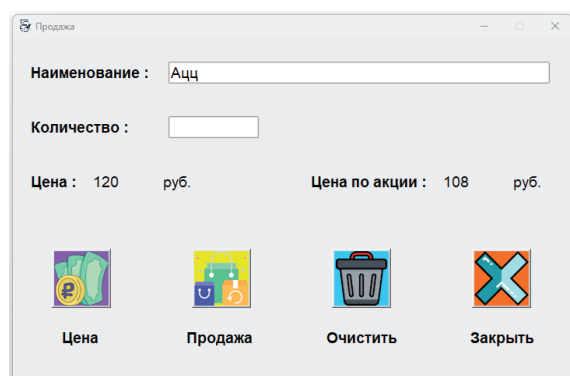


Рисунок 4 – Раздел «Продажа»

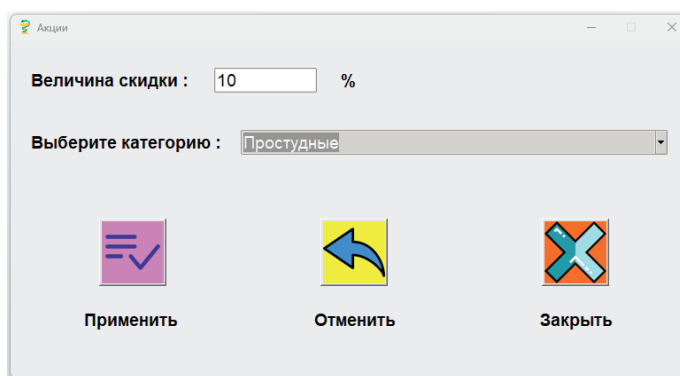


Рисунок 5 – Раздел «Акции»

Раздел «Поступление» связан с добавлением в БЗ нового наименования и его характеристик (рисунок 6). На вкладке есть несколько текстовых полей, в которые можно занести название ЛС, его фармакологическую группу, условия отпуска, место хранения, название фирмы-производителя, цену на товар, срок годности и количество. Некоторые позиции представлены раскрывающимися списками (например, из условий хранения можно выбрать сухое, тёмное или прохладное место, а для условий отпуска - без рецепта и по рецепту).

Раздел «Симптомы» позволяет получать доступ к ЛС и их аналогам по введённому симптому или заболеванию (рисунок 7). Внутри вкладки находится поле для ввода текстовой информации и функциональные кнопки поиска, очистки полей и закрытия активного окна. Поиск по симптомам осуществляется с помощью БЗ и МЛВ, что позволяет найти доступные в фармацевтической онтологии болезни и симптомы, которые входят в

показания к применению имеющихся в наличии ЛС. Если перед продажей необходимо отобрать препараты с учётом их противопоказаний [20], то используется кнопка «Противопоказание» (например, при кашле можно применять Ацц, Гербион или Мукалтин; если выбрать противопоказание, связанное с язвенной болезнью желудка, то останется один препарат, соответствующий этим критериям отбора – Гербион).

В разделе «Остаток» (рисунок 8а) можно получить информацию о товарах, которых мало или которые закончились, а в разделе «Срок годности» (рисунок 8б) - информацию о товарах, срок годности которых заканчивается в ближайшее время. Процесс осуществляется с помощью МЛВ библиотеки *Owlready2* фармацевтической онтологии и модуля *datetime Python*⁹, после запуска которого в определённую группу попадают товары, оставшиеся в количествах один, два или закончившиеся.

В разделе «Списание» можно получить информацию о препаратах и их количестве, которые были забракованы и списаны, например, вследствие нарушения герметичности или целостности упаковки или истекшего срока годности (рисунок 8в).

В разделе «Справка» можно получить необходимую информацию об интересующем препарате (рисунок 9). Данная вкладка содержит текстовое поле, предназначенное для ввода названия препарата, и поля для вывода информации о препарате и его аналогах.

В раздел «Поставщики» (рисунок 10) вносится информация о поставщиках и фирмах-производителях ЛС, по которой можно сравнивать цены у различных поставщиков.

Рисунок 6 – Раздел «Поступление»

Рисунок 7 – Раздел «Симптомы»

Рисунок 8 – Разделы «Остаток» (а), «Срок годности» (б) и «Списание» (в)

⁹ Модуль *datetime* предоставляет инструменты для обработки времени и даты разными способами в *Python*. <https://docs.python.org/3/library/datetime.html>.

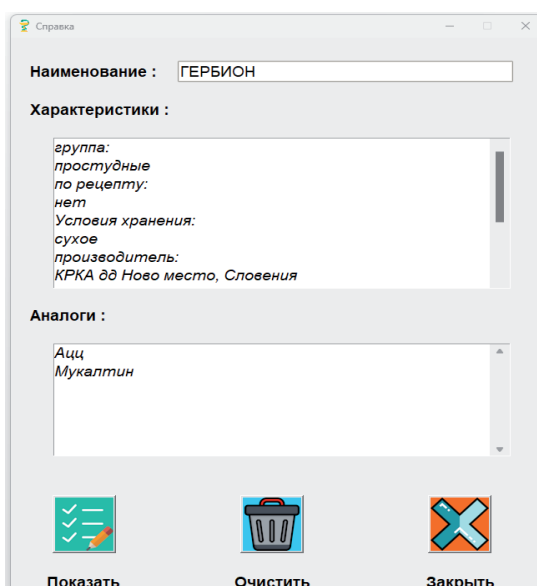


Рисунок 9 – Пример запроса в разделе «Справка»

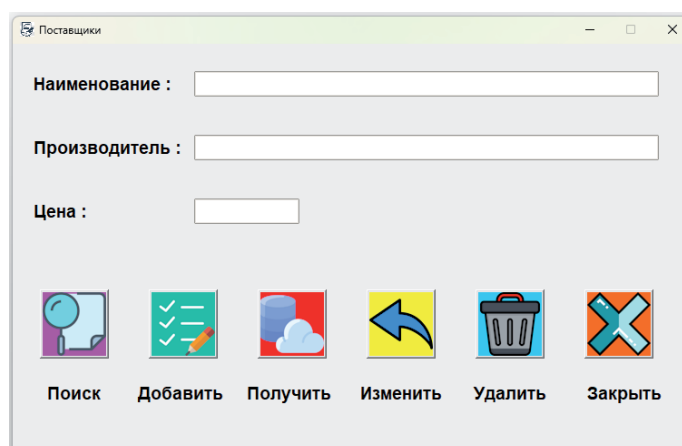


Рисунок 10 – Раздел «Поставщики»

4 Сравнение с аналогами

В данной ПрО разработано и используется различное программное обеспечение. В таблице 1 приведены данные для сравнительного анализа наиболее известных программных продуктов для автоматизации работы аптек и аптечных пунктов с ИС *UIPharma*.

Таблица 1 – Основные характеристики программных продуктов для автоматизации работы аптек

Характеристики и функции	Название программы				
	1С: Розница 8. Аптека	F3 TAIL	Эприка ¹⁰	М Аптека плюс	UIPharma
Стоимость, руб.	26500	19800	18000	25000	0
Учёт лекарственных средств	+	+	+	+	+
Формирование заказа у поставщиков	+	+	+	+	+
Инвентаризация остатков	+	+	+	+	+
Работа с ценами	+	+	+	+	+
Поиск аналогов лекарственных средств	+	+	+	+	+
Работа со справочником	+	–	–	–	+
Учёт наличия противопоказаний	–	–	–	–	+
Проверка фармацевтической онтологии на непротиворечивость	–	–	–	–	+

В основе предлагаемой ИС лежит *OWL*-онтология, что позволяет добиться согласованности и непротиворечивости данных. Под согласованностью понимается такое состояние данных, при котором на их основе обеспечивается корректный логический вывод. Непротиворечивость означает, что в ИС отсутствуют данные, противоречащие друг другу. Нарушение непротиворечивости данных при игнорировании предупреждения об ошибке может, например, привести к тому, что из определённых в онтологии аксиом будут выведены неправильные утверждения, имеющие негативные последствия. В онтологиях предусмотрены автоматический поиск ошибок и выявление новых отношений.

¹⁰ Эприка – совместный продукт национального фармдистрибьютора АО ЦВ ПРОТЕК и лидера отечественного рынка автоматизации товарно-складского учета аптек «Спарго Технологии». <https://protek.ru/partners/servisy-dlya-aptek/eprika/>.

ИС *UlPharma* является автономным бесплатным приложением, способным запускаться с USB-накопителя. Преимуществом предлагаемой ИС перед SaaS¹¹-системами, к которым относится «Киберис¹²», является возможность самостоятельной актуализации БЗ ИС при отсутствии у пользователя компетенций в области программирования путём внесения данных о новых препаратах, болезнях, диагнозах и др. ИС *UlPharma* позволяет ограничивать продажу ЛС на основе указанных противопоказаний непосредственно на этапе продажи, минуя поиск соответствующей информации по каждому наименованию в справочнике. ИС содержит только ЛС, прошедшие государственную регистрацию [21]. Предлагаемая онтология может использоваться в русскоязычных ИС без применения дополнительных средств перевода и проверки на наличие ЛС в госреестре.

Из анализа представленных в статье ИС видно, что каждая ИС является многофункциональной и предназначена для нескольких сфер деятельности аптечной организации, однако в этих ИС возможность ограничения отпуска ЛС и ТАА с учётом указанных противопоказаний на этапе продажи отсутствует.

Заключение

В результате исследования разработана фармацевтическая онтология и заполнена БЗ на основе этой модели, которая использовалась в специализированной ИС *UlPharma*. БЗ выполнена на русском языке, имеет открытый доступ и содержит только препараты из государственного реестра ЛС РФ.

Разработанная ИС *UlPharma* с использованием созданной БЗ на основе фармацевтической онтологии может применяться для автоматизации основных процессов в аптечной организации. Отличительной особенностью данной ИС является возможность семантического поиска по объектам онтологии и ограничения на отпуск ЛС, на основе указанных противопоказаний с помощью определяемых классов и аксиом онтологии, непосредственно на этапе продажи.

Список источников

- [1] *Аветисян Т.В., Львович Я.Е. Преображенский А.П.* Особенности информационных систем на предприятиях // Вопросы науки. 2023. № 2. С.8-15.
- [2] *Николаева И.М., Захарова И.Н.* Сравнительный анализ систем автоматизации процессов управления персоналом по критерию функциональной полноты // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 6. С.1321-1326.
- [3] *Чистяков В.В., Ромашикова О.Н.* Анализ информационных систем, используемых для управления в сфере фармации // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2019. № 5. С.105-108.
- [4] *Исаев М.И., Алдамов А.И.* Проектирование информационной системы для автоматизации аптечной среды // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. №11. С.243-248.
- [5] *Ауесбек Д.А., Абдрахманов Р.Б.* Разработка информационно-справочной системы аптеки // Перспективы науки. 2021. № 6. С.21-24.
- [6] *Антонов А.А., Быков А.Н., Чернышев С.А.* Обзор существующих способов формирования онтологии предметной области при моделировании // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2021. № 4. С.12-17.

¹¹ SaaS (software as a service — программное обеспечение как услуга) — модель обслуживания, при которой подписчикам предоставляется программное обеспечение, полностью обслуживаемое провайдером.

¹² Киберис - медицинский ассистент на основе искусственного интеллекта для диагностики и персонифицированной терапии, подбора аналогов лекарств, проверки безопасности назначений и автозаполнения медкарты. <https://kiberis.ru/>.

- [7] **Sartabanova, Zh.E., Dimitrov V.T., Sarsimbaeva S.M.** Applying the knowledge base of CWE weaknesses in software design // Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. 2020. Vol. 108(4). P.72-80. DOI: 10.26577/JMMCS.2020.v108.i4.06.
- [8] **Khaimuldin A., Mukatayev T., Assanova N.** Ontology construction in rule-based expert systems // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. №. 6. С.1180-1191.
- [9] **Naz. T., Akhtar M., Shahzad S.K., Maria Fasli M., Iqbal M.W., Naqvi M.R.** Ontology-driven advanced drug-drug interaction // Computers & Electrical Engineering. 2020. Vol. 86(5). P.106695. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2020.106695.
- [10] **Calvo-Cidoncha E., Camacho-Hernando C., Feu F.** OntoPharma: ontology based clinical decision support system to reduce medication prescribing errors // BMC Med Inform Decis Mak. 2022. Vol.22. 12 p. DOI: 10.1186/s12911-022-01979-3.
- [11] **Subbulakshmi S., Krishnan A., Sreereshmi R.** Contextual Aware Dynamic Healthcare Service Composition Based on Semantic Web Ontology // 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (Kannur, India). 2019. P.1474-1479. DOI: 10.1109/ICICT46008.2019.8993303.
- [12] **Горобец Е.А., Диязитдинова А.Р.** Применение онтологического подхода при проектировании медицинского мобильного приложения // Инфокоммуникационные технологии. 2021. № 2. С.224-231.
- [13] **Weichbroth P.** Fluent Editor and Controlled Natural Language in Ontology Development // International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2019. Vol.28(4). P.1940007. DOI: 10.1142/S0218213019400074.
- [14] **Иванов П.И., Мышкина И.Ю., Грудцына Л.Ю.** Обзор библиотеки Owlready2 для работы с онтологиями на языке Python // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 12. С.139-141.
- [15] **Ovcinnikova J.** Ontology export patterns in OWLGrEd Editor // Baltic Journal of Modern Computing. 2020. Vol.8(3). P.444-460. DOI: 10.22364/bjmc.2020.8.3.04.
- [16] **Dli M.I., Vlasova E.A., Sokolov A.M., Morgunova E.V.** Creation of a chemical-technological system digital twin using the Python language // Journal of Applied Informatics. 2021. Vol.16(1). P.22-31. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-1-22-31.
- [17] **Jean-Baptiste L.** Ontologies With Python: Programming Owl 2.0 Ontologies With Python and Owlready2. NY: Apress, 2020. 344 p.
- [18] **Щукарев И.А.** Особенности работы с русскоязычными онтологиями с помощью библиотеки Owlready2 на языке Python // Программные продукты и системы. 2023. № 2. С.223–227. DOI: 10.15827/0236-235X.142.223-227.
- [19] **Бурдина Е.С., Уткина А.В.** Влияние дисконтных программ на уровень прибыли аптеки // Известия ГГТУ. Медицина, фармация. 2020. № 4. С.78-79.
- [20] **Марцевич С.Ю., Лукина Ю.В., Дранкина О.М.** Основные принципы комбинированной медикаментозной терапии - фокус на межлекарственное взаимодействие // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021. № 7. С. 172-178. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-3031.
- [21] **Ковальская Г.Н., Михалевич Е.Н.** Государственный реестр лекарственных средств: межлекарственное взаимодействие // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2019. № 3. С. 59-65.

Сведения об авторах



Мошкин Вадим Сергеевич (1990 г. рождения). Окончил УлГТУ в 2012 г., к.т.н. (2017 г.), доцент кафедры «Информационные системы» УлГТУ. Проректор по цифровой трансформации УлГТУ. Вице-президент Российской ассоциации искусственного интеллекта. В списке научных трудов более 150 работ в области интеллектуальной обработки знаний, автоматизации проектирования, построения прикладных интеллектуальных систем. Author ID (RSCI): 762084; Author ID (Scopus): 57190250573; Researcher ID (WoS): L-3578-2016; ORCID: 0000-0002-9258-4909. v.moshkin@ulstu.ru. ✉.



Щукарев Игорь Александрович, 1991 г. рождения. Окончил УлГТУ в 2013 г., к.ф.-м.н. (2017). Доцент кафедры «Информационные технологии и общенаучные дисциплины» УлГТУ. В списке научных трудов более 40 работ. Author ID (РИНЦ): 821520; Author ID (Scopus): 56565459600; Researcher ID (WoS): AАН-6813-2019; ORCID: 0000-0002-8860-8103. blacxpress@gmail.com.

Поступила в редакцию 09.02.2024, после рецензирования 10.07.2024. Принята к публикации 15.07.2024.



Information system based on a pharmaceutical ontology

© 2024, V.S. Moshkin✉, I.A. Shchukarev

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk, Russia

Abstract

To automate the workflow of a pharmacy, an information system based on a pharmaceutical ontology is proposed. The entities in the developed ontology include drugs, symptoms, and diseases. Instructions for medicines, drugs and their analogues are used as sources to describe relationships between entities. The main properties of each drug are described by its characteristics: name, expiration date, pharmacological group, storage location, dispensing form, manufacturer, price, etc. Key features of the designed information system include the ability to search for medicines and drugs available in the pharmacy and included in the ontology by symptom or disease, and restricting the sale of medicines that have contraindications for the buyer. The functioning of most modules of the information system is carried out using an ontology inference engine. For each specific process, an automatic check of the consistency of restrictions in the ontology is performed, taking into account the specifics of storage, dispensing, and sale of pharmaceuticals. A distinctive feature of the developed information system is its capability to perform semantic searches on pharmaceutical ontology objects.

Keywords: *information system, semantic search, pharmacy, ontology, knowledge base, symptom, disease, medicine.*

For citation: *Moshkin VS, Shchukarev IA. Information system based on a pharmaceutical ontology [In Russian]. Ontology of designing. 2024; 14(3): 344-354. DOI:10.18287/2223-9537-2024-14-3-344-354.*

Financial Support: This work was supported by the Russian Science Foundation, project No. 23-71-01101 “Development of models and methods for increasing the performance of data warehouses through predictive analysis of temporal diagnostic information».

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

List of figures and table

Figure 1 - Pharmaceutical ontology as a graph

Figure 2 - Some instances and properties of a pharmaceutical ontology

Figure 3 - Main window of the UIPharma information system

Figure 4 - Sales

Figure 5 - Promotions

Figure 6 - Arrivals

Figure 7 - Symptoms

Figure 8 - Stock, Expiration date and Deduction sections

Figure 9 - Help

Figure 10 - Suppliers

Table 1 - Comparison of the main characteristics of software products for pharmacy automation

References

- [1] *Avetisyan TV, Lvovich YE. Preobrazhenskii AP.* Features of information systems in enterprises [In Russian]. Science issues. 2023; 2: 8-15.
- [2] *Nikolaeva IM, Zakharova IN.* Comparative analysis of automation systems for personnel management processes according to the criterion of functional completeness [In Russian]. Issues of sustainable development of society. Issues of sustainable development of society. 2022; 6: 1321-1326.
- [3] *Chistyakov VV, Romashkova ON.* Analysis of information systems used for management in the field of pharmacy [In Russian]. Modern science: current problems of theory and practice. Series: Natural and technical sciences. 2019; 5: 105-108.
- [4] *Isaev MI, Aldamov AI.* Design of an information system for automation of the pharmacy environment [In Russian]. Economics: yesterday, today, tomorrow. 2022; 1: 243-248.

- [5] **Auesbek DA, Abdrakhmanov RB.** Development of a pharmacy information and reference system [In Russian]. Prospects for Science. 2021; 6: 21-24.
 - [6] **Antonov AA, Bykov AN, Chernyshev SA.** Review of existing methods for forming a domain ontology during modeling [In Russian]. International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency. 2021; 4: 12-17.
 - [7] **Sartabanova ZhE, Dimitrov VT, Sarsimbaeva SM.** Applying the knowledge base of CWE weaknesses in software design. Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science. 2020; 108(4): 72-80. DOI: 10.26577/JMMCS.2020.v108.i4.06.
 - [8] **Khaimuldin A, Mukatayev T, Assanova N.** Ontology construction in rule-based expert systems. Issues of sustainable development of society. 2022; 6: 1180-1191.
 - [9] **Naz. T, Akhtar M, Shahzad SK, Maria Fasli M, Iqbal MW, Naqvi MR.** Ontology-driven advanced drug-drug interaction. Computers & Electrical Engineering. 2020; 86: 106695. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2020.106695/
 - [10] **Calvo-Cidoncha E, Camacho-Hernando C, Feu F.** OntoPharma: ontology based clinical decision support system to reduce medication prescribing errors. BMC Med Inform Decis Mak. 2022; 22: 238. DOI: 10.1186/s12911-022-01979-3.
 - [11] **Subbulakshmi S, Krishnan A, Sreereshmi R.** Contextual Aware Dynamic Healthcare Service Composition Based on Semantic Web Ontology. 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (Kannur, India). 2019: 1474-1479. DOI: 10.1109/ICICT46008.2019.8993303.
 - [12] **Gorobets EA, Diyazidinova AR.** Application of an ontological approach to the design of a medical mobile application [In Russian]. Infocommunication technologies. 2021; 2: 224-231.
 - [13] **Weichbroth P.** Fluent Editor and Controlled Natural Language in Ontology Development. International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2019; 28(4): 1940007. DOI: 10.1142/S0218213019400074.
 - [14] **Ivanov PI, Myshkina IU, Grudtsyna LU.** Review of the Owlready2 library for working with ontologies in Python [In Russian]. Scientific and Technical Bulletin of the Volga region. 2022; 12: 139-141.
 - [15] **Ovcinnikova J.** Ontology export patterns in OWLGrEd Editor. Baltic Journal of Modern Computing. 2020; 8(3): 444-460. DOI: 10.22364/bjmc.2020.8.3.04.
 - [16] **Dli MI, Vlasova EA, Sokolov AM, Morgunova EV.** Creation of a chemical-technological system digital twin using the Python language. Journal of Applied Informatics. 2021; 16(1): 22-31. DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-1-22-31.
 - [17] **Jean-Baptiste L.** Ontologies With Python: Programming Owl 2.0 Ontologies With Python and Owlready2. NY: Apress, 2020. 344 p.
 - [18] **Shchukarev IA.** Features of working with Russian-language ontologies using the Owlready2 library in Python [In Russian]. Software & Systems. 2023; 2: 223–227. DOI: 10.15827/0236-235X.142.223-227.
 - [19] **Burdina ES, Utkina AV.** The impact of discount programs on the profit level of a pharmacy [In Russian]. News of GGTU. Medicine, pharmacy. 2020; 4: 78-79.
 - [20] **Martsevich S.YU., Lukina YU.V., Drapkina O.M.** Basic principles of combination drug therapy. Focus on drug-drug interactions. Cardiovascular therapy and prevention. 2021; 7: 172-178. DOI: 10.15829/1728-8800-2021-3031.
 - [21] **Kovalskaya G.N., Mikhalevich E.N.** State register of medicines: drug-drug interactions // Issues of ensuring the quality of medicines. 2019; 3: 59-65.
-

About the authors

Vadim Sergeevich Moshkin (b. 1990) graduated from the Ulyanovsk State Technical University (ULSTU) in 2012, Ph. D. (2017), associate professor of the Information Systems department at ULSTU. Vice-Rector for Digital Transformation at ULSTU. Vice-President of the Russian Association of Artificial Intelligence. He is a co-author of more than 150 publications in the field of data mining, design automation and construction of applied intelligent systems. Author ID (RSCI): 762084; Author ID (Scopus): 57190250573; Researcher ID (WoS): L-3578-2016; ORCID: 0000-0002-9258-4909. v.moshkin@ulstu.ru. ✉.

Igor' Aleksandrovich Shchukarev (b. 1991). graduated from the Ulyanovsk State University in 2013, Ph. D. (2017), an associate professor of the Information technologies and general scientific disciplines department at ULSTU. He is a co-author of more than 40 publications. Author ID (RSCI): 821520; Author ID (Scopus): 56565459600; Researcher ID (WoS): AAH-6813-2019; ORCID: 0000-0002-8860-8103. blacxpress@gmail.com.

Received February 9, 2024. Revised July 10, 2024. Accepted July 15, 2024.
