



УДК 004.82:61

© 2015 г. **В.В. Грибова**, д-р техн. наук,  
**Д.Б. Окунь**, канд. мед. наук,  
**М.Ю. Черняховская**, д-р мед. наук  
(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

## ОНТОЛОГИЯ И МОДЕЛЬ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «МЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ»\*

В работе представлены формальные и неформальные описания онтологий медикаментозного лечения, фармакологического справочника и наблюдений. Онтологии предназначены для описания знаний о медикаментозном лечении заболеваний из различных разделов медицины при создании жизнеспособных интеллектуальных систем.

**Ключевые слова:** онтология, медикаментозное лечение, экспертные системы, фармакологический справочник.

### Введение

Интеллектуальная поддержка практикующего врача является одной из ключевых задач в информатизации медицины. В последние годы создан ряд медицинских систем, контролируемых информационные потоки на уровне больницы или отдельных ее подразделений, а также на уровне отдельного врача в виде автоматизированного рабочего места специалиста. Однако системы интеллектуальной поддержки принятия непосредственно врачебного решения (диагностического или лечебного) развиваются и внедряются в практику отечественной медицины исключительно медленно.

На сегодняшний день врачи назначают лечение в соответствии со стандартным протоколом лечения, основанном на общих или «средних» дозах. Однако не все пациенты одинаково успешно реагируют на один и тот же протокол лечения. В мире, по данным Всемирной организации здравоохранения, растет процент нерационального использования лекарственных средств, что приводит как к необоснованным дополнительным затратам самих больных, так и к существенному ущербу их здоровью. Более того, каждое из действующих веществ имеет множество противопоказаний, особых условий использования, несовместимости с другими препаратами, которые врач должен помнить и учитывать при назначении лечения. В настоящее время врача окружает огромный «информационный вал»,

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ – проекты 14-07-00270 и 15-07-03193.

состоящий из множества дополняемых и новых лекарственных средств, что делает процесс назначения качественного и обоснованного лечения все более сложным и непредсказуемым.

Интеллектуальные системы поддержки принятия решения способны оказать огромную помощь в работе врача. Такие системы должны быть основаны на базах знаний, соответствующих современному уровню науки. Для их создания необходимо наличие модели медицинских знаний о лечении заболеваний (онтологии), отражающей современное состояние проблемы.

Целью настоящей работы является описание (формальное и неформальное) онтологии «Медикаментозное лечение». Формальное описание онтологии дано на языке прикладной логики [1]. Описание онтологии будет полезно разработчикам интеллектуальных систем, специалистам по теории и практическому применению онтологий, а также студентам-медикам

### **Неформальное описание онтологии**

В данной работе объектом моделирования является онтология медикаментозного назначения лечения («Медикаментозная терапия»), т.е. те концептуальные представления о процессах в организме пациента, которые существенны при решении задачи восстановления здоровья и борьбе с патологическим процессом различного генеза. Эти представления базируются на результатах работ [2 – 5].

Модель знания «Медикаментозное лечение» состоит из двух основных разделов:

описание лекарственных средств (фармакологический справочник);

описание лечебных мероприятий некоторого заболевания с учетом индивидуальных особенностей пациента.

#### Фармакологический справочник.

Справочник состоит из множества описаний действующих веществ (рис. 1). Каждое действующее вещество включает латинское название, описание действующего вещества, наименование фармакологической группы, к которой это действующее вещество относится, а также противопоказания и несовместимость с другими действующими веществами. Описание действующего вещества включает его фармакологическое действие, фармакокинетику при особых клинических случаях, нозологический классификатор, а также любую другую текстовую информацию, существенную при описании действующего вещества. Противопоказания делятся на истинные и условные. Истинные противопоказания – это множество троек, каждая из которых содержит имя наблюдения, знак и значение наблюдения, при котором препарат не может быть назначен пациенту, – например, возраст  $> 70$ . Условные противопоказания описываются так же, как и истинные противопоказания, при этом к описанию добавляется условие контроля – множество наблюдений и их значений, которые должны контролироваться во время приема данного действующего вещества пациентом.

Несовместимость может быть абсолютной и относительной. Абсолютная несовместимость – есть перечисление действующих веществ, которые не могут быть назначены одновременно с описываемым действующим веществом. Отно-

сительная несовместимость – это пара: действующее вещество и условие контроля. Условие контроля описывается, как и условие контроля при описании условных противопоказаний.

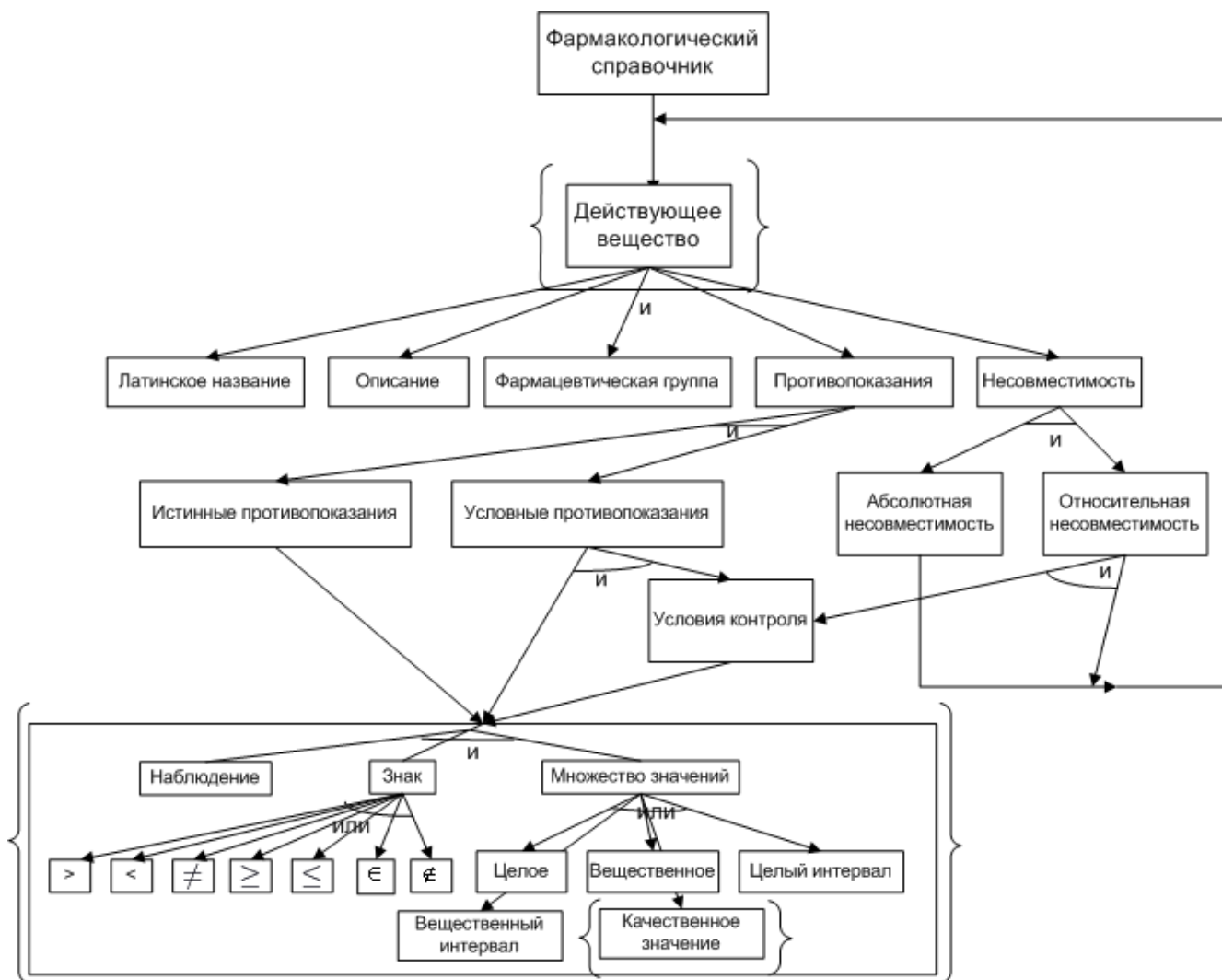


Рис. 1. Графическое представление онтологии фармакологического справочника.

### Медикаментозное лечение.

Схема лекарственной терапии состоит из разделов: основное лечение и дополнительное лечение (см. рис. 2).

Раздел «основное лечение» – перечень терапевтических воздействий, а именно фармакологических групп, действие которых направлено на борьбу с первопричиной заболевания (этиологическая терапия) и восстановление физиологических функций организма, измененных патологическим процессом (патогенетическая терапия).

Раздел «дополнительное лечение» – перечень терапевтических воздействий, а именно – фармакологических групп, действие которых направлено на поддержание основных жизненно важных функций организма в процессе основной терапии: ускорение выведения из организма токсических соединений, воздействие на обменные процессы организма, коррекция дисфункций иммунной системы и др.

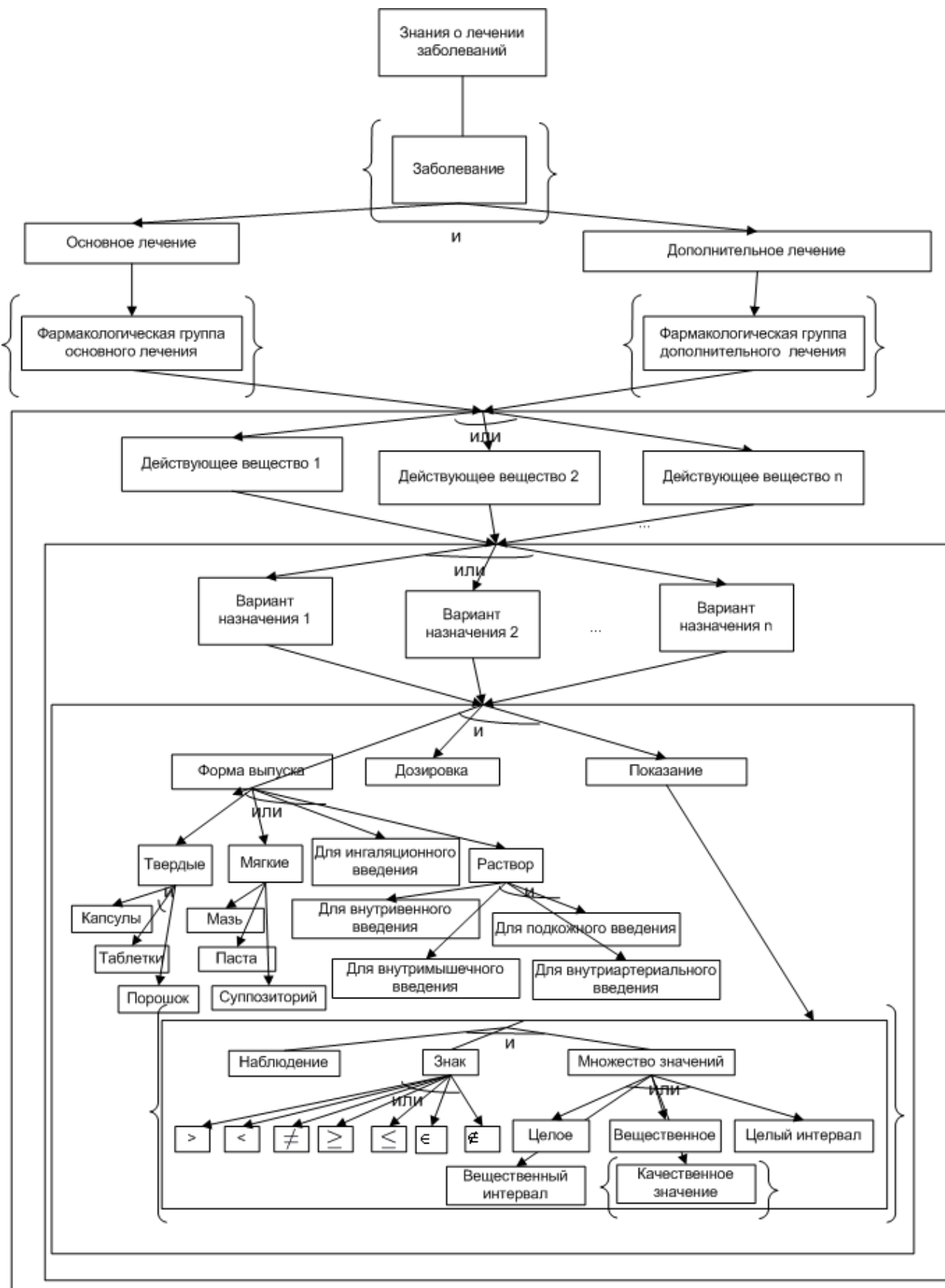


Рис. 2. Графическое представление онтологии лечения.

Каждая отдельно взятая фармакологическая группа включает некоторое множество действующих веществ, которые можно использовать при данном за-

болевание согласно утвержденным в установленном порядке стандартам медицинской помощи [6, 7] и клиническим рекомендациям [8, 9].

Для каждого действующего вещества указывается один или несколько вариантов его назначения. Вариант назначения описывается показанием, формой выпуска и дозировкой. Показание – это множество наблюдений и их значений; форма выпуска: таблетки, растворы, аэрозоли и др., дозировка: разовая, суточная, курсовая, каждая из них содержит количество действующего вещества и единицу измерения.

### Модель онтологии медикаментозного лечения

В работе модель онтологии медикаментозного лечения представляется на языке прикладной логики [1]. Описание модели включает описание расширения языка прикладной логики, вспомогательных терминов, терминов, описывающих действительность предметной области (параметры модели онтологии), а также базовые понятия и онтологические соглашения, описывающие знания предметной области.

#### Расширение языка прикладной логики «Категории».

Термом специализированного расширения «Категории» является  $(s_1 \rightarrow t_1, s_2 \rightarrow t_2, \dots, s_m \rightarrow t_m)$ , где  $s_1, s_2, \dots, s_m$  – имена, а  $t_1, t_2, \dots, t_m$  – термы, значениями которых являются множества. Значением терма является множество структурных значений, являющееся областью определения всех возможных отображений с именами  $s_1, s_2, \dots, s_m$ , областями значений которых являются значения термов  $t_1, t_2, \dots, t_m$  соответственно.

Отображения с именами  $s_1, s_2, \dots, s_m$  будем называть атрибутами, а значения этих отображений для конкретного структурного значения – значениями атрибутов этого структурного значения.

Если  $x$  есть структурное значение, принадлежащее значению терма  $(s_1 \rightarrow t_1, s_2 \rightarrow t_2, \dots, s_m \rightarrow t_m)$ , то любое  $s_i$ , которое входит в термы  $t_1, t_2, \dots, t_m$ , считается термом, значение которого совпадает со значением терма  $s_i(x)$ .

#### Вспомогательные термины.

Вспомогательный термин *Целый интервал* представляет собой структуру, состоящую из двух целых чисел.

$$\text{Целый интервал} \equiv \mathcal{C}(I(-\infty, +\infty), I(-\infty, +\infty))$$

Вспомогательный термин *Вещественный интервал* представляет собой структуру, состоящую из двух вещественных чисел.

$$\text{Вещественный интервал} \equiv \mathcal{C}(R(-\infty, +\infty), R(-\infty, +\infty))$$

Вспомогательный термин *Целое значение* представляет собой целое число.

$$\text{Целое значение} \equiv I(-\infty, +\infty)$$

Вспомогательный термин *Вещественное значение* представляет собой вещественное число.

$$\text{Вещественное значение} \equiv R(-\infty, +\infty)$$

Вспомогательный термин *Качественные значения* обозначает множество всех допустимых множеств скалярных (качественных) значений.

*Качественные значения*  $\equiv \{N/\emptyset\}$

Вспомогательный термин *Множества значений* представляет собой один из следующих типов значений: Целый интервал, Вещественный интервал, Целое значение, Вещественное значение либо непустое множество терминов Качественных значений.

*Множества Значений*  $\equiv$  *Целый интервал Вещественный интервал, {Целое значение, {Вещественное значение, Качественные значения}}*.

Термины, описывающие действительность предметной области (параметры модели онтологии).

В этом разделе вводятся базовые термины, используемые для описания ограничений и условий на использование действующих веществ в фармакологическом справочнике, а также знаний о медикаментозном лечении.

Термин *Признаки* обозначает класс понятий, соответствующих наблюдаемым процессам, происходящим в организме пациентов.

Сорт *Признаки*:  $\{N\}$

Термин *События* обозначает класс понятий, соответствующих событиям, которые могут происходить с пациентами и которые должны учитываться при назначении медикаментозного лечения.

Сорт *События*:  $\{N\}$

Термин *Особенности* обозначает класс понятий, соответствующих анатомо-физиологическим особенностям пациентов, которые должны учитываться при назначении медикаментозного лечения.

Сорт *Особенности*:  $\{N\}$

Названия всех признаков, событий и особенностей различны.

$\text{Признаки} \cap \text{События} = \emptyset$

$\& \text{Особенности} \cap \text{События} = \emptyset$

$\& \text{Признаки} \cap \text{Особенности} = \emptyset$

Термин *Наблюдения* обозначает множество всех признаков, событий и особенностей.

$\text{Наблюдения} \equiv \text{Признаки} \cup \text{События} \cup \text{Особенности}$

Термин *Возможные значения* обозначает функцию, которая наблюдениям сопоставляет их возможные значения

Сорт *Возможные значения*:  $\text{наблюдения} \rightarrow \text{Значения наблюдений}$

*Значениями наблюдений* могут быть целые, вещественные и качественные значения

$\text{Значения наблюдений} \equiv \{\text{Целое, Вещественное, Качественные значения}\}/\emptyset$ ;

Если *Наблюдение* содержит описание *Качественных значений*, то число таких значений не может быть меньше двух.

(*Качественные значения: значения наблюдений*)  $\mu$  (*качественные значения*)  $\geq 2$

Онтология фармакологического справочника.

Термин *Действующие вещества* обозначает класс понятий, соответствующих действующим веществам, которые могут быть назначены пациентам при проведении медикаментозной терапии. Фармакологический справочник дейст-

вующих веществ должен содержать непустое множество действующих веществ.

Сорт *Действующие вещества*:  $\{\}N\text{Ш}$ ,

Термин *Фармакологические группы* обозначает класс понятий, соответствующих фармакологическим группам, к которым относятся действующие вещества.

Сорт *Фармакологические группы*:  $\{\}N\text{Ш}$

Каждый термин, входящий в класс действующих веществ, обозначает структурное значение со следующим набором атрибутов: *Латинское название действующего вещества*, *Описание действующего вещества*, *Фармакологическая группа*, *Противопоказания* и *Несовместимость с другими действующими веществами*. Значением первого атрибута является некоторое имя; *Описание* – это текст, неформально описывающий всю необходимую для врача информацию о действующем веществе; значением *Фармакологической группы* является некоторое имя фармакологической группы; *Противопоказания* действующего вещества описываются набором противопоказаний; *Несовместимость с другими действующими веществами* – структура, состоящая из двух терминов и описанная ниже в данном разделе.

(*Действующее вещество: Действующие вещества*) Сорт *Действующее вещество*:

(*Латинское название* → *N*,

*Описание* → *T*,

*Фармакологическая группа* → *Фармакологические группы*,

*Противопоказания действующего вещества* → *Противопоказания*,

*Несовместимость с другими действующими веществами* → *Несовместимость*)

Термин *Противопоказания* состоит из описания двух множеств – *Истинные противопоказания* и *Условные противопоказания*

*Противопоказания*  $\equiv \text{Ч}(\text{Истинные противопоказания}, \text{Условные противопоказания})$ ;

Термин *Истинные противопоказания* представляет множество структурных значений, состоящее из трех атрибутов: имени наблюдения, знака и значения наблюдения

*Истинные противопоказания*  $\equiv$

(*Наблюдение* → *Наблюдения*),

*Знак* → *Знаки*,

*Значение* → *Множества значений (Наблюдение)*.

Если множеством значений является целый, вещественный интервал или множество качественных значений, то знаком при описании противопоказания может быть  $\in, \notin$ .

(*Значение (Множество значений)*  $\in$  *Целый интервал*

$\cup$  (*Значение (Множество значений)*  $\in$  *Вещественный интервал*

$\cup$  (*Значение (Множество значений)*  $\in$  *Качественные значения*  $\Rightarrow$

*Знак*  $\in \{\in, \notin\}$ );

Если множеством значений является Целое или Вещественное значение, то знаком при описании противопоставления может быть =, ≠, ≥, ≤, >, <,

(Значение (множество значений) ∈ Целый интервал

∪ (Значение (множество значений) ∈ Вещественный интервал

∪ (Значение (множество значений) ∈ Качественные значения ⇒

знак ∈ {=, ≠, ≥, ≤, >, <}

Термин *Условные противопоставления* представляет множество структурных значений, состоящее из следующих атрибутов: имени наблюдения, знака, значения наблюдения, а также условия контроля

*Условные противопоставления* ≡

(Наблюдение → Наблюдения),

Знак → Знаки,

Значение → Множества значений (Наблюдение)

Условие контроля → Условия контроля)

Термин *Условия контроля* представляет множество структурных значений, состоящее из трех атрибутов: имени наблюдения, знака и значения наблюдения

*Условия контроля* ≡

(Наблюдение → Наблюдения),

Знак → Знаки,

Значение → Множества значений (Наблюдение)

Термин *Несовместимость* представляет собой структуру, состоящую из двух терминов: *Абсолютная несовместимость* и *Относительная несовместимость*. Абсолютная несовместимость – это множество действующих веществ, с которыми данное действующее вещество применяться не может; Относительная несовместимость – это множество действующих веществ, употребление которых возможно только при условии контроля ряда показателей.

*Несовместимость* ≡

(Абсолютная несовместимость → Действующие вещества,

Относительная несовместимость → { Ч (Действующие вещества, { Условия контроля)),

Онтология знаний о лечении заболеваний.

Термин *Заболевания* обозначает множество имен заболеваний.

Сорт *Заболевания* : {N\Ш};

Термин *Основное лечение* – это функция, которая каждому заболеванию сопоставляет фармакологические группы основного лечения.

Сорт *Основное лечение*: (Заболевания → Фармакологические группы основного лечения);

Термин *Фармакологические группы основного лечения* представляют собой множество структурных значений с атрибутами Фармакологическая группа, соответствующее данной группе Действующее вещество и Вариант назначения этого действующего вещества.

*Фармакологические группы основного лечения* ≡ Ч(Фармакологическая группа → Фармакологические группы\Ш,



*Действующее вещество*(Фармакологическая группа) → *Действующие вещества* \Ш,

*Вариант назначения* (*Действующее вещество*) → *Варианты назначения* \Ш);

Термин *Дополнительное лечение* – это функция, которая каждому Заболеванию сопоставляет Фармакологические группы дополнительного лечения.

Сорт *Дополнительное лечение*: (*Заболевания* → *Фармакологические группы дополнительного лечения*);

Термин *Фармакологические группы дополнительного лечения* представляют собой множество структурных значений с атрибутами: Фармакологическая группа, соответствующее данной группе Действующее вещество и Вариант назначения этого действующего вещества.

*Фармакологические группы дополнительного лечения*  $\equiv$  Ч(*Фармакологическая группа* → *Фармакологические группы* \Ш,

*Действующее вещество*(Фармакологическая группа) → *Действующие вещества* \Ш,

*Вариант назначения*(*Действующее вещество*) → *Варианты назначения* \Ш);

Термин *Варианты назначения* представляет собой тройку: Форма выпуска, Дозировка и множество показаний.

*Варианты назначения*  $\equiv$  Ч(*Форма выпуска*, *Дозировка*, {*Показание*});

Вспомогательный термин *Форма выпуска* представляет собой одно значение из множеств Твердых или Мягких веществ, Видов растворов, либо вещества в форме для ингаляционного введения.

*Форма выпуска*  $\equiv$  *Твердые*  $\cup$  *Мягкие*  $\cup$  *Для ингаляционного введения*  $\cup$  *Раствор*;

Возможными значениями признака *Твердые* являются: Капсулы, Таблетки, Порошок; *Мягкие*: Мазь, Паста, Суппозиторий, Раствор - Для внутривенного введения, Для внутримышечного введения, Для подкожного введения, Для внутриартериального введения

*Форма выпуска*  $\equiv$  ( $\lambda(v: \{ \text{Твердые, Мягкие, Для ингаляционного введения, Раствор} \}) / (v = \text{твердые} \Rightarrow \{ \text{Капсулы, Таблетки, Порошок} \}), (v = \text{Мягкие} \Rightarrow \{ \text{Мазь, Паста, Суппозиторий} \}), (v = \text{Раствор} \Rightarrow \{ \text{Для внутривенного введения, Для внутримышечного введения, Для подкожного введения, Для внутриартериального введения} \}))$ )

Значениями признака *Дозировка* является один из терминов Разовая, Суточная, Курсовая; значение каждого из признаков определяется вещественным числом и единицей измерения. Единица измерения, в свою очередь, может быть: «мг», «мл», «шт», «капля»

*Дозировка*  $\equiv$  ( $\lambda(v1: \{ \text{Разовая, Суточная, Курсовая} \}) / (v1 \Rightarrow (Ч(R(-\infty, +\infty), v2: \text{Единицы измерения}) v2 \Rightarrow \{ \text{«мг», «мл», «шт», «капля»} \}))$ );

Вспомогательный термин *Показание* представляет собой структуру, состоящую из значения термина наблюдения, знака и термина значения

*Показание*  $\equiv$

*(Наблюдение → Наблюдения),  
Знак → Знаки,  
Значение → Множества значений (Наблюдение).*

### **Заключение**

В работе представлено неформальное и формальное описание онтологии медикаментозного лечения. Особенность онтологии заключается в том, что она предназначена для описания знаний о медикаментозном лечении заболеваний и не зависит от разделов медицины. Формальное представление знаний о медикаментозном лечении позволит реализовать оптимально-индивидуальный подбор лекарственных средств для конкретного пациента, опираясь на формально представленные данные истории болезни и действующие вещества. Онтология может быть использована при разработке экспертных систем, быть полезной врачам общей практики, преподавателям и студентам медицинских университетов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Клещев А.С., Артемьева И.Л.* Необогатенные системы логических соотношений // НТИ. Сер. 2. – 2000. Ч.1 – № 7. – С. 18-28; Ч. 2 – № 8. – С. 8-18.
2. *Сычев Д.А., Долженкова Л.С., Прозорова В.К. и др.* Клиническая фармакология. Общие вопросы клинической фармакологии. Практикум: учебное пособие / под ред. В.Г. Кукеса. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013.
3. Патологическая физиология: учебник: В 2-х т. – Т. 2 / под ред. В.В. Новицкого, Е.Д. Гольдберга, О.И. Уразовой. – Изд. 4-е, перераб. и доп., 2013.
4. *Маишковский М.Д.* Лекарственные средства. – М: Новая волна, 2014.
5. Внутренние болезни: учебник. / В.И. Маколкин, С.И. Овчаренко, В.А. Сулимов. – Изд. 6-е, перераб. и доп., 2012.
6. *Шулутко Б.И., Макаренко С.В.* Стандарты диагностики и лечения внутренних болезней. – Изд. 4-е. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2007.
7. Интернет-ресурс Министерства здравоохранения Российской Федерации: [сайт]. Режим доступа: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/stranitsa-983> (дата обращения 03.02.2015).
8. Клинические рекомендации. Стандарты ведения больных. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.
9. Руководство по рациональному использованию лекарственных средств (формуляр) / под ред. А.Г. Чучалина, Ю.Б. Белоусова, Р.У. Хабриева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии А.С. Клещевым.*

*E-mail:*

*Грибова Валерия Викторовна – [gribova@iacp.dvo.ru](mailto:gribova@iacp.dvo.ru);*

*Окунь Дмитрий Борисович – [2707008@mail.ru](mailto:2707008@mail.ru);*

*Черняховская Мери Юзефовна – [chernyuh@iacp.dvo.ru](mailto:chernyuh@iacp.dvo.ru).*