



УДК 004.82:615.8

© 2019 г. **В.В. Грибова**, д-р техн. наук,
Д.Б. Окунь, канд. мед. наук
(Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток)

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗНАНИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ КАК РЕСУРС МЕДИЦИНСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ*

В работе представлено описание онтологии базы знаний восстановительного лечения. Данная онтология позволяет формировать базы знаний методов восстановительного лечения, опираясь на современные и актуальные медицинские знания, используя общепринятую медицинскую терминологию.

Ключевые слова: искусственный интеллект, онтология, база знаний, медицинские интеллектуальные системы, система поддержки принятия решений, восстановительное лечение.

DOI: 10.22250/isu.2019.60.108-118

Введение

Восстановительное лечение представляет собой сложный процесс, который позволяет расширить диапазон лечебных воздействий вне зависимости от стадии заболевания с целью предотвращения рецидивов и прогрессирования болезни. В арсенале восстановительного лечения сегодня большой спектр лечебных факторов, различающихся своей природой, проникающей способностью, методиками и техникой применения, механизмом действия и терапевтической эффективностью. Рациональное назначение методик восстановительного лечения должно основываться не только на правильном понимании этиологии и патогенеза заболевания, особенностях клинической картины патологического процесса, механизма действия физических и бальнеофакторов, но и на принципах доказательной медицины. Современной за-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов № 17-07-00956 и № 18-29-03131.

дачей восстановительного лечения является создание и реализация пациент-ориентированных решений [1], особенно при пролонгированной реабилитации, где требуется построение курсовой целенаправленной строго дифференцированной терапии [2]. Для решения подобных задач в различных разделах клинической медицины получили распространение системы поддержки принятия решений, основанные на методах искусственного интеллекта. Такие системы способны оказать врачу значительную помощь [3]. Их разработка является очень трудоемким процессом, при этом самый ответственный ее этап – построение базы знаний, которая, в конечном счете, определяет полезность и качество всей системы. Широкую популярность у разработчиков баз знаний получили онтологии, с помощью которых можно представить согласованную систему понятий моделируемой области знаний. В работах [4 – 10] представлены литературные данные о системах поддержки принятия клинических решений в различных направлениях медицинской практики, имеющих онтологический подход формирования и управления знаниями и позволяющих решать вопросы диагностики, медикаментозного лечения. Подобные разработки для задач восстановительного лечения не имеют такого распространения, и в свободной литературе встречаются единичные работы, в которых описывается методология моделирования и построения онтологии для методов восстановительного лечения. В работе [11] представляется онтологическая модель системы формирования объема лечебных физиотерапевтических мероприятий для неврологии. Чаще встречаются публикации, ориентированные на информационное сопровождение специалиста и повышение медико-экономических показателей санаторно-курортного лечения [12, 13]. Системы, основанные на методах искусственного интеллекта и предлагающие оптимальные и пациент-ориентированные решения задач восстановительного лечения, дадут огромный толчок в развитии как научной, так и практической деятельности данного направления в медицине.

Целью работы является представление модели онтологии восстановительного лечения, позволяющей формировать базы знаний методов медицинской реабилитации для интеллектуальных систем поддержки принятия решений и создания пациент-ориентированных решений.

Модель онтологии восстановительного лечения

Модель онтологии (рис. 1) включает описание правил для назначения метода восстановительного лечения в рамках конкретной патологии, с учетом персональных данных пациента. Описание восстановительного лечения производится в соответствии со следующей структурой:

Заболевание, Код МКБ-10, Модель восстановительного лечения, Вид восстановительного лечения, Цель терапии, Условие для данного вида реабилитации, Условие достижения цели терапии, Контролируемые признаки, Схема терапии.



Рис. 1. Модель онтологии восстановительного лечения.

Заболевание – непосредственно патологический процесс, для которого формируются знания восстановительного лечения, направленные на повышение качества жизни и минимизацию вторичных осложнений.

Модель восстановительного лечения – сформированный комплекс мероприятий, имеющих доказательную базу, подтверждающую эффективность и возможность использования методик восстановительного лечения (ВЛ) при данном патологическом процессе.

Вид восстановительного лечения – термин, объединяющий целый класс понятий, описывающий непосредственно сам вид медицинской реабилитации, включающий такие методы, как: механические, физические, массаж, лечебную физкультуру, психотерапию и другие современные методы реабилитации.

Цель терапии – класс понятий, характеризующий цель проводимого лечения.

Схема терапии – термин, определяющий перечень методов восстановительного лечения, их сочетания для проведения оптимального лечения заболевания.

Для формального представления онтологий будет использоваться нотация языка ИРУО [14]. Описание данного раздела онтологии представляется следующим образом:

```
{~set ~all Заболевание
  {Код МКБ-10 {~set Кодировка МКБ-10 [str]}
  ~list ~all Модель восстановительного лечения
  {~set ~new-clone Вид восстановительного лечения
  {~сорутт Условие для данного вида реабилитации...}
  ~new -> /Тип условия; }}}
~set Цель терапии
  {~сорутт Условия достижения цели терапии{
  -> /Тип условия;}
  ~set Схема терапии.....
```

Схема терапии включает два блока: *Группа альтернативно используемых методов ВЛ* и *Группа совместно используемых методов ВЛ*.

Группа совместно используемых методов ВЛ содержит некоторое множество методов восстановительного лечения, формирующих комплекс реабилитационных мероприятий и условий, позволяющих использовать данный комплекс, а также блок данных, описывающих продолжительность использования реабилитационного комплекса и целевой уровень терапии.

Метод восстановительного лечения – совокупность методов реабилитации, направленных на максимально возможное восстановление или компенсацию нарушенных или полностью утраченных в результате болезни или травмы нормальных психических и физиологических функций (потребностей) человеческого организма, его трудоспособности.

Целевой уровень терапии – описание клинически значимого показателя, значения которого являются целью проводимой терапии.

Определение курса терапии – блок понятий, определяющих продолжительность курса терапии.

Группа альтернативно используемых методов ВЛ объединяет описание альтернативных методов восстановительного лечения, из которых выби-

рается один, с наилучшими характеристиками при конкретном клиническом случае. Каждый метод восстановительного лечения описывается группой терминов, определяющих его безопасность и клиническую необходимость: *Противопоказания, Условие метода ВЛ, Целевой уровень терапии, Реабилитационный фактор.*

Реабилитационный фактор описывается группой терминов, позволяющих определить возможность его использования и с такими вершинами как: *Режим проведения* и *Методика отпуска процедуры.*

Режим проведения определяется необходимыми условиями, открывающими возможность проведения сеанса ВЛ, и необходимыми признаками, позволяющими представить сеанс как таковой: *Продолжительность сеанса, Частота применения, Курс лечения, Повторный курс.*

Стоит отметить тот факт, что в разделе *Группа совместно используемых методов ВЛ* несколько отличается представление *Режим проведения*, а именно отсутствием таких вершин, как: *Курс лечения* и *Повторный курс* и введением такого раздела как *Определение курса терапии.* Описание объекта *Схема терапии* следующее:

~set Схема терапии

{~сорутт Группа альтернативно используемых методов ВЛ

{~list Метод восстановительного лечения

{Противопоказания

{~set Наблюдение{...}}}}}}

Условие метода восстановительного лечения

{-> .../Тип условия;}

Целевой уровень терапии

{~one ~all Контрольный показатель эффективности

~ALT{Простой признак{~проху Тип возможных значений

~ALT{~new Качественные значения {...}}}}}

Составной признак {...}}}}}}

Характеристика временного отрезка{...}}}}

~set Реабилитационный фактор (РФ)

{~сорутт Условия использования РФ

{ -> .../Тип условия;}

~set Методика отпуска процедуры

{Необходимые условия для данной методики

{-> .../Тип условия;}

Описание возможной патологической реакции

```

    {~list Характеристика
      {...}}}}}}
    Режим проведения
    {~сорутт Необходимые условия для данного режима прове-
дения{...}}}}
      Курс лечения {...}
      Повторный курс {...}}
      лечебный эффект [str]}}}
    Группа совместно используемых методов ВЛ
    {~сорутт Условие для гр.совместно используемых методов ВЛ
      {-> .../Тип условия;}
    сору ~ ref-new Целевой уровень терапии {...}
    ~new Определение курса терапии
      {Продолжительность цикла терапии {...}
        ~сорутт ~new Интервал между циклами {...}
        Количество циклов [str]}
    ~list Метод восстановительного лечения
      {-> .../Противопоказания;
      Дни проведения ~ALT{...}}
      ~set Реабилитационный фактор
      {~сорутт Условия использования реабилитационного фактора
        {-> .../Тип условия;}
      -> .../Методика отпуска процедуры;
      Режим проведения
      {~сорутт Необходимые условия
        {-> .../Тип условия;}
      Продолжительность сеанса
      {~new-clone Значение [real]
        ~new-clone Единица измерения [str]}
        -> .../Частота применения;}
        лечебный эффект [str]}}}}}}}}}

```

Одним из необходимых этапов формирования объема и последовательности восстановительного лечения является выполнение клинических условий. Объектом условия в онтологии являются: *Условие для данного вида восстановительного лечения, Условия достижения цели терапии, Условия метода восстановительного лечения, Условия использования реабилитационного фактора, Необходимые условия для данной методики, Необходимые*

условия для данного режима проведения, Условие для группы совместно используемых методов ВЛ.

Каждое условие – это клиническое наблюдение, относящееся или к персональным данным пациента, или отражающее особенность клинической картины заболевания, результатов лабораторных и инструментальных методов исследования.

Описание объекта "Условие..." представлено ниже.

Онтологии/условие

{Условие для данного вида восстановительного лечения

{Тип условия

~ALT{~new Простое

{~one ~all Признак, фактор, результат исследования

{~proху Тип возможных значений условия

~ALT{~new Качественные значения

{~set значение [str]}

Числовые / интервальные значения

{ ~new нижняя граница [real]

~new верхняя граница [real]

~new-clone единица измерения [str]}

Составные значения

{~set ~new Характеристика

~ALT{качественные значения

{~set значение [str]}

интервальные значения / числовые

{ ~new нижняя граница [real]

~new верхняя граница [real]

единица измерения [str]}]}]}]}]}]

~new Составное

{~new -> Онтологии/условие\$/Условие для данного вида восстановительного лечения/Тип условия;

~new Операция

~ALT{

~new ["И"]

~new ["ИЛИ"]}

~new -> Онтологии/условие\$/Условие для данного вида восстановительного лечения/Тип условия;}}]}]

Использование онтологии для формирования баз знаний восстановительного лечения

На основе описанной онтологии сформирован информационный ресурс "База восстановительного лечения", на платформе IASaaS (<https://iasraas.dvo.ru/>), включающая описание различных моделей восстановительной терапии для некоторых заболеваний. На примере такого заболевания как панкреатит представляется описание элементов восстановительного лечения. Применение физических методов лечения при данном заболевании показано в стадии стихания обострения. Физические методы назначают для купирования болевого синдрома (анальгетические методы), спазма кишечника (спазмолитические методы), снижения воспаления железистой ткани (противовоспалительные методы), усиления эндокринной функции поджелудочной железы (инсулинстимулирующие методы), усиливающие катаболические процессы (антигипоксические методы) и купирующие астено-невротическое состояние (седативные методы) [15]. Указанные знания представляются следующим образом (рис. 2):

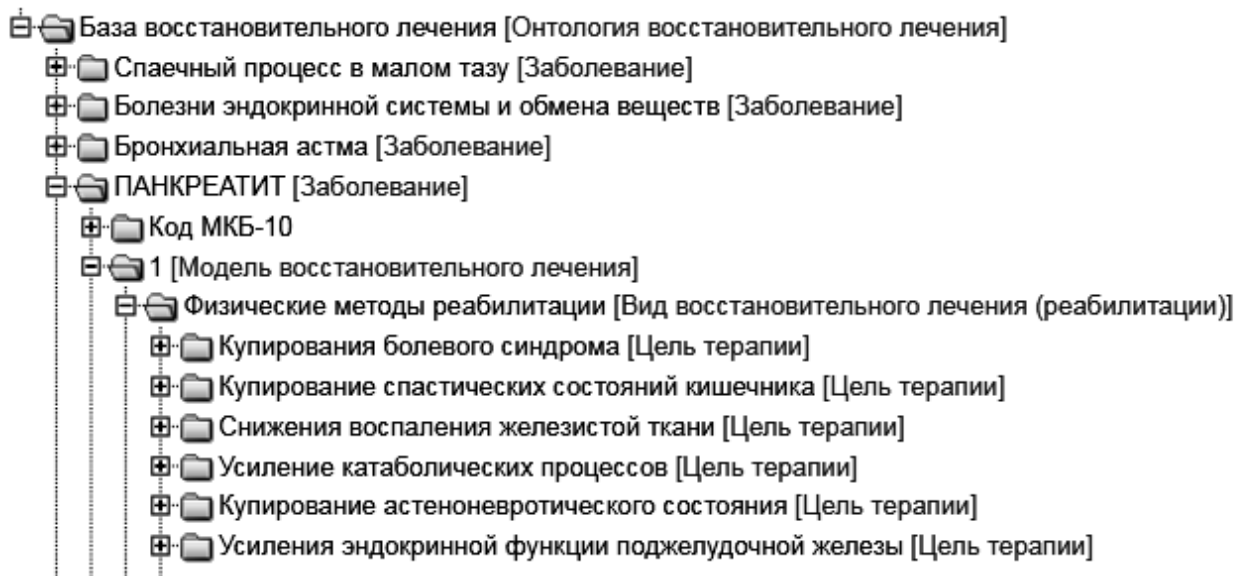


Рис. 2. Скриншот фрагмента базы знаний восстановительного лечения.

"Заболевание": Панкреатит; Код МКБ-10: К86.1, К86.0; "Вид восстановительного лечения (реабилитации)": Физические методы реабилитации, включающие некоторое множество "Цель терапии": Купирование болевого синдрома. Купирование спастических состояний кишечника. Снижение воспаления железистой ткани. Купирование астено-невротического состояния. Усиления эндокринной функции поджелудочной железы согласно современным представлениям патогенеза данного заболевания.

Каждая *Цель терапии* описывается множеством "Схема терапии",

включающим описание "Методов восстановительного лечения". "Цель терапии": Усиление эндокринной функции поджелудочной железы. "Схема терапии": Инсулинстимулирующее воздействие. "Группа альтернативно используемых методов ВЛ" объединяет такие методы восстановительного лечения как: хлоридно-сульфатные натриево-кальциево-магниевые питьевые воды и гальванизация поджелудочной железы. Гальванизация поджелудочной железы осуществляется в постоянном электрическом поле, методика поперечная, катод в области проекции железы, анод на противоположной стороне, плотность тока 0,1 мА/см², в течение 30 мин., ежедневно; курс 15 процедур [15], что в формальном представлении имеет вид, показанный на рис. 3.

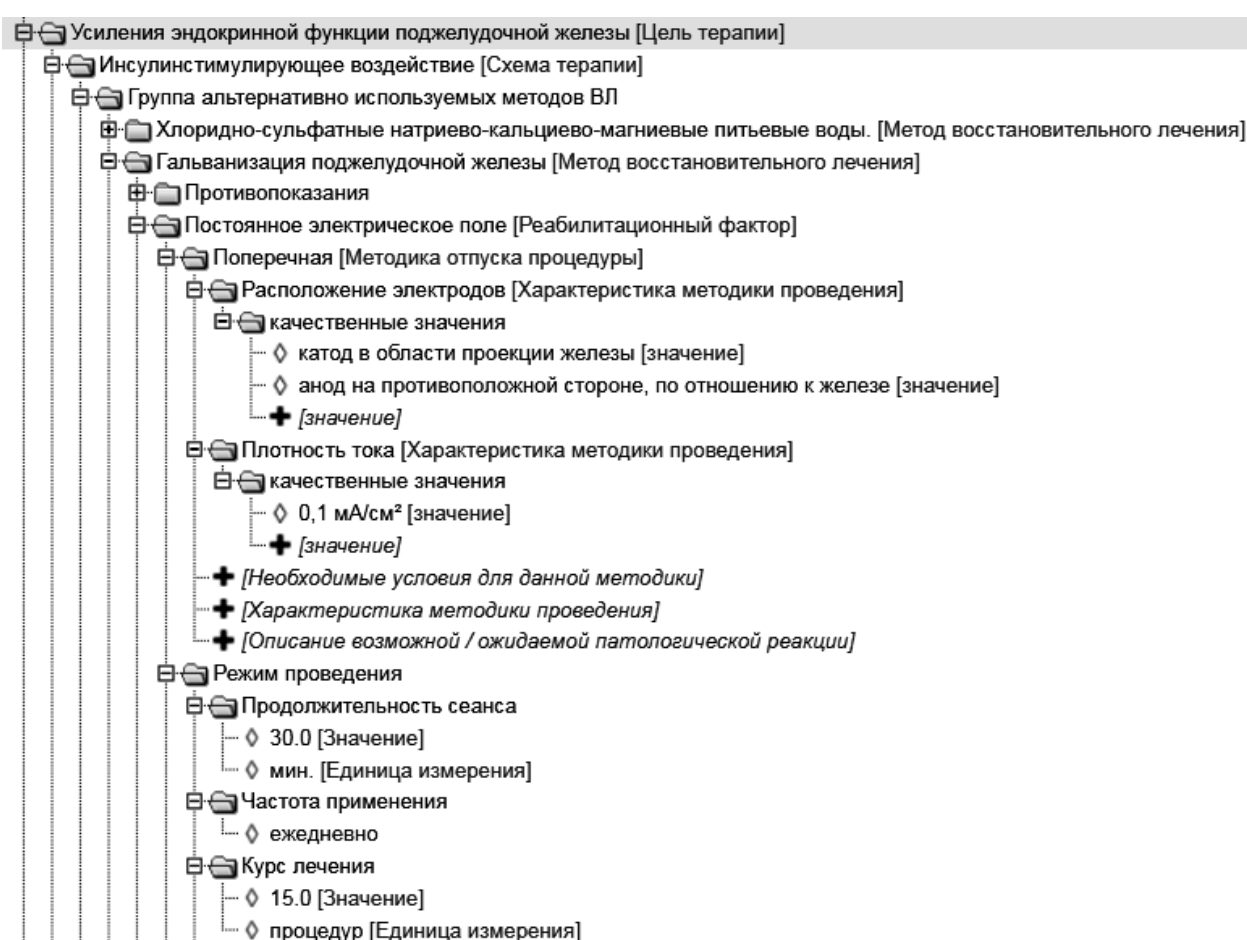


Рис. 3. Скриншот фрагмента базы восстановительного лечения, метод восстановительного лечения.

Заключение

Предложенный вариант модели онтологии восстановительного лечения позволяет формировать базы знаний медицинской реабилитации, опираясь на современные и актуальные знания, с использованием общепринятой медицинской терминологии и в соответствии с персональными данными па-

циента. При описании методов восстановительного лечения заболеваний учитываются: «фоновый прием» лекарственных средств, особенности клинической картины заболевания, современные данные эффективности и достоверности метода восстановительного лечения. Коллектив авторов предлагает научное сотрудничество для экспертов в области медицинской кибернетики, клинической медицины, разработчиков интеллектуальных медицинских систем для создания и сопровождения баз знаний и их использования в программных системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономаренко Г.Н. Физиотерапия: перспективы системного развития // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – Т. 94, №. 6. – С. 59-64.
2. Миронова Е.Н. Основы физической реабилитации. – Орел: МАБИВ, 2017.
3. Кобринский Б.А. Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификации, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. – 2008. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konsultativnye-intellektualnye-meditsinskie-sistemy-klassifikatsii-printsipy-postroeniya-effektivnost>.
4. Gribova V.V., Petryaeva M.V., Okun D.B., Shalfeeva E.A. Medical diagnosis ontology for intelligent decision support systems [In Russian] // Ontology of designing. – 2018. – №8(1). – P. 58-73. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-1-58-73.
5. Кобринский Б.А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении // Врач и информационные технологии. – 2010. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-podderzhki-prinyatiya-resheniy-v-zdravoohranenii-i-obuchenii>.
6. Грибова В.В., Окунь Д.Б., Черняховская М.Ю. Онтология и модель онтологии предметной области "Медикаментозное лечение" // Информатика и системы управления. – 2015. – №2(44). – С.70-79.
7. Shen Y. et al. An ontology-driven clinical decision support system (IDDAP) for infectious disease diagnosis and antibiotic prescription // Artificial intelligence in medicine. – 2018. – №86. – P. 20-32. DOI: 10.1016/j.artmed.2018.01.003.
8. Rodrigues F.H. et al. An Ontological Model for Urinary Profiles // Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2017 IEEE 29th International Conference on IEEE. – 2017. – P. 628-635. DOI: 10.1109/ICTAI.2017.00101.
9. Alharbi R F., Berri J., El-Masri S. Ontology based clinical decision support system for diabetes diagnostic // Science and Information Conference (SAI), 2015. IEEE. – 2015. – P.597-602. DOI: 10.1109/SAI.2015.7237204.
10. Abebe M., Alemneh E. Ontology Development for Anemic Pregnant Women // The 5 th International Conference on the Advancement of Science and Technology. – 2017. – P. 57-66.
11. Castilho L.V., Lopes H.S., Tacla C.A. Modeling and Building an Ontology for Neuropediatric Physiotherapy Domain // Hybrid Intelligent Systems, 2008. HIS'08. Eighth International Conference on IEEE. – 2008. – P. 210-215. DOI: 10.1109/HIS.2008.58.
12. Ежов В.В. и др. Разработка медицинской информационной системы для повышения качества работы санаториев Крыма // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечеб-

- ной физической культуры. – 2016. – Т. 93, №. 1. – С. 48-51. DOI: 10.17116/kurort2016148-51.
13. *Легкая Е.Ф., Ходасевич Л.С., Полякова А.В.* Информационные технологии в комплексной реабилитации пациентов с детским церебральным параличом (обзор) // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т. 93, №. 2. – С. 53-58. DOI: 10.17116/kurort2016253-58<https://cyberleninka.ru/article/n/konsultativnye-intellektualnye-meditsinskie-sistemy-klassifikatsii-printsipy-postroeniya-effektivnost>.
 14. *Грибова В.В., Клещев А.С., Москаленко Ф.М., Тимченко В.А.* Модель порождения орграфов информации по орграфу метаинформации для двухуровневой модели сложноструктурированных информационных единиц // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2015. – № 12. – С. 26-38.
 15. Частная физиотерапия. Учебное пособие / под ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005.

E-mail:

Грибова Валерия Викторовна – gribova@iacp.dvo.ru,

Окунь Дмитрий Борисович – okdm@dvo.ru.