

УДК 618.1  
ББК 57.15

Е.А. ДЕНИСОВА, О.Н. ВИКТОРОВ, С.В. ЛЕЖЕНИНА,  
Г.Ф. ГУБАНОВА, А.Р. ГУБАНОВ

**БАЗА ЗНАНИЙ  
СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ОБСЛЕДОВАНИЯ  
В ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «ЖЕНСКОЕ БЕСПЛОДИЕ»**

**Ключевые слова:** база знаний, модели онтологии, экспертные системы, женское бесплодие, интеллектуальные технологии.

*В статье рассмотрен методологический подход к разработке моделей онтологии для экспертных систем, проанализированы существующие подходы к построению онтологических моделей предметной области и обоснована актуальность создания теоретического базиса для построения интеллектуальных систем в области диагностики женского бесплодия. Научная новизна заключается в применении теоретических подходов к онтологическому моделированию, разработке новой формализованной модели базы знаний онтологического типа предметной области «женское бесплодие», предназначенной для использования в медицинской экспертной системе. Результаты исследования: произведена структуризация и формализация знаний проблемной области «женское бесплодие» на основе онтологического подхода на этапе принятия технологических решений; разработана понятийная структура данной онтологии с помощью инструментального средства – программы Protégé 5.2 для программного модуля медицинской экспертной системы.*

**E. DENISOVA, O. VIKTOROV, S. LEZHENINA G. GUBANOVA, A. GUBANOV  
INTELLIGENT ASSISTANCE SYSTEMS FOR EXAMINATION  
IN THE SUBJECT AREA «FEMALE INFERTILITY»**

**Key words:** knowledge base, ontology models, expert systems, female infertility, intellectual technologies.

*The article examines the methodological approach to the development of ontology models for expert systems, it analyzes existing approaches to constructing ontological models of the subject area, the relevance of creating a theoretical basis for developing intelligent systems in diagnosis of female infertility is substantiated. Scientific novelty consists in using theoretical approaches to ontological modeling, development of a new formal model of ontological type knowledge base in the subject area "female infertility", intended for use in a medical expert system. Results of the study: structuring and formalization of knowledge in the problem area "female infertility" was carried out on the basis of ontological approach at the stage of technological decision-making; a conceptual structure of the indicated ontology was developed with the help of a tool – the program Protégé 5.2 for the program module of a medical expert system.*

Женское бесплодие является одной из наиболее актуальных проблем современной медицины в течение последних нескольких десятилетий. Согласно данным ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), с проблемой бесплодия сталкивается одна треть супружеских пар. На долю женского бесплодия приходится около 50% (данные официальной статистики, как правило, не отражают истинной частоты бесплодия в популяции, поскольку не все случаи бесплодия регистрируются).

Правильное принятие решений в условиях жестких временных ограничений и при наличии различного рода неопределенностей в исходных данных и экспертных знаниях по бесплодию упрощает применение интеллектуальных систем медицинской диагностики. Их применение помогает врачу повысить качество своей работы, однако в настоящее время идет только формирование концепции компьютерного банка знаний по медицинской диагностике, и, следовательно, информационное наполнение соответствующей базы знаний

нуждается в едином понятийном аппарате, обеспечивающем согласованное решение проблем в области женского бесплодия с возможностью удаленного доступа. Все вышеизложенное указывает на актуальность представленной проблемы и необходимость пристального внимания на разработку онтологических моделей и информационно-вычислительных технологий нового поколения для повышения эффективности работы акушеров и гинекологов.

Целью работы является формальное описание онтологии предметной области «женское бесплодие» для экспертных систем.

Одним из основных резервов повышения эффективности лечения бесплодия является его ранняя диагностика, при этом длительность бесплодия при первичной постановке диагноза в среднем составляет более 5 лет. Поздняя диагностика бесплодия и отсроченное выяснение его причин могут быть связаны с низкой образованностью пациентов, отсутствием мотивации для обращения за медицинской помощью, ее малодоступностью или неэффективностью. Вышеизложенное определяет необходимость оптимизации диагностики бесплодия на амбулаторно-поликлиническом этапе.

В современных исследованиях по проблемам бесплодного брака (в решении которой активно участвуют как гинекологи, репродуктологи, андрологи, генетики, эмбриологи, так и психотерапевты, юристы) указывается на многогранность данной проблемы. Как ни значительны успехи внедрения новых репродуктивных технологий (как диагностических, так и лечебных) в клиническую практику, они не дают окончательного решения проблемы того или иного типа бесплодия [1–9]. Сообщения об использовании соответствующей базы знаний в работе врачей акушеров-гинекологов, как показывает изученная нами литература, тоже отсутствуют, а по другим направлениям имеются незначительные наработки [3–9].

На основе обобщения и детального анализа современных данных можно оценить, а если нужно – пересмотреть стандарты в области диагностики и лечения женского бесплодия, и на этой основе создать единые протоколы по ведению контингента больных с точки зрения доказательной медицины для использования в ежедневной клинической практике.

Онтология медицинской диагностики должна учитывать:

1) *категорию пользователей* (результаты обследования различных групп женщин с бесплодием показывают, что «нормальные» значения показателя для одной группы не всегда оказываются нормальными для другой);

2) *референсные значения*: пол, возраст, особенности профессии, количество беременностей и родов, физическая активность и занятия спортом и т.д. – их учет для большинства клинических проявлений, лабораторных и инструментальных признаков повышает информационную значимость любого заболевания, связанного с бесплодием;

3) *синдромный уровень диагностики*.

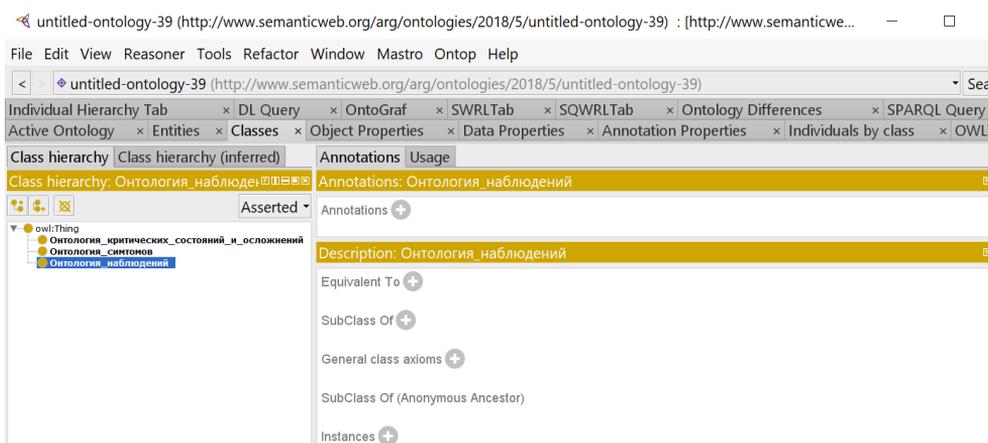
Наиболее важные проявления признака бесплодия достаточны для обоснования патогенетической терапии или направления женщины в стационар для оперативного вмешательства. Диагноз может быть быстро установлен при наименьшем объеме диагностических исследований. Также медицинской онтологией необходимо учитывать: классификацию симптомов заболевания по их специфичности; формальные модели периодов развития бесплодия; альтернативные подходы к выявлению достоверных признаков заболевания; причинно-

следственные связи (экологические факторы; количественная и качественная неполноценность пищи; нарушение упорядоченности и оптимального соотношения труда и активного отдыха; социальные факторы и т.д.).

В многослойной онтологической модели рассматриваемой предметной области в иерархии методов и средств анализа (исследования) выступают различные подклассы. Онтология предметной области «женское бесплодие» состоит из нескольких подгрупп онтологий:

- 1) *онтология наблюдений* (анализы, обследования);
- 2) *онтология симптомов* (симптомы заболеваний – термины);
- 3) *онтология критических состояний и осложнений*: анатомо-физиологические особенности.

Для создания, редактирования, а также поддержки онтологий существует целый ряд инструментального программного обеспечения. Многие из этих инструментов позволяют создавать и редактировать онтологию, поддерживать визуализацию, импорт и экспорт для онтологий различных форматов, а также документирование. Часто подобные редакторы выражают онтологию на одном из многих языков онтологий [3]. Для разработки онтологии в данной статье выбран редактор Protégé. Protégé – открытый, свободно распространяемый редактор, предоставляет графический пользовательский интерфейс для построения онтологий и возможность графического представления онтологии. Также Protégé поддерживает открытый исходный код онтологии на OWL, позволяет проектировать онтологии, разворачивая иерархическую структуру абстрактных или конкретных классов. Кроме того, Protégé снабжен большим количеством примеров онтологий, имеет возможность поддержки модулей расширения функциональности, доступен для свободного скачивания с официального сайта вместе с плагинами и примерами онтологий. Онтология вышеперечисленных классов представлена на рисунке.



Онтология предметной области «женское бесплодие»

Для проверки компетентности онтологии, поиска в ее рамках можно использовать набор запросов. В качестве языка запросов к семантическим данным в работе выбран язык SPARQL (в редакторах онтологии используются и

другие языки запросов, например, такие языки, как RDFQ, DQL, RDQ, RDQL, SeRQL и др.), который имеет преимущества по сравнению с другими языками:

а) выражает запрос к разным форматам данных (RDF/RDF с промежуточным программным обеспечением);

б) формирует запрос к графовым шаблонам;

в) тестирует формы запросов с помощью исходного RDF-графа и др.

Результаты запросов можно представить как результирующий набор или же в виде RDF-графа (основная часть запросов представлена как набор шаблонов триплетов, как основной графовый шаблон). Результаты запросов показали, что разработанную онтологическую модель могут использовать сотрудники кафедр вузов, практикующие врачи при составлении диагностических записей в случаях анализа наукометрических показателей.

Дальнейшая разработка онтологии нуждается в ручной выборке данных из различных источников, требует от составляющего ее специалиста-эксперта особого внимания в суждениях в области той или иной предметной области, чтобы не пропустить неточности и противоречия в создаваемой базе знаний. Процесс ручного заполнения разработанной онтологии очень трудоемок, сложен и длителен, и поэтому следует автоматизировать процесс сбора данных, конвертации их в RDF-триплеты, наполнения базы знаний для получения новой информации, в частности, на основе фреймворка Jena, что важно также для поисковых программ для улучшения качества поиска по Web.

Таким образом, онтологические модели предметной области «Женское бесплодие» представляют собой многослойную иерархию нескольких подгрупп онтологий (онтология наблюдений, онтология симптомов, онтология критических состояний и осложнений). Структуризация и формализация знаний на основе онтологического подхода содействуют правильному принятию согласованных решений в области женского бесплодия интеллектуальными системами медицинской диагностики в условиях жестких временных ограничений и при наличии различного рода неопределенностей в исходных данных.

#### Литература

1. Автоматизация процессов, цифровые и информационные технологии в управлении и клинической практике лечебного учреждения: научные труды / под ред. О.Э. Карпова. М.: Дело-вой экспресс, 2016. 388 с.

2. Арунянц Г.Г., Столбовский Д.Н., Калинин А.Ю. Информационные технологии в медицине и здравоохранении. М.: Феникс, 2014. 384 с.

3. Атьков О.Ю., Кудряшов Ю.Ю. Персональная телемедицина. Телемедицинские и информационные технологии реабилитации и управления здоровьем. М.: Практика, 2015. 248 с.

4. Информационные технологии в медицине (2011–2012) / под ред. Г.С. Лебедева, Ю.Ю. Мухина. М.: Радиотехника, 2012. 208 с.

5. Каменев А.В., Клещев А.С., Черняховская М.Ю. Логическая модель взаимодействия причинно-следственных отношений различных типов в области медицинской диагностики: препринт. Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 1999. 56 с.

6. Кобринский Б.А. Автоматизированные регистры медицинского назначения: теория и практика применения. М.: Менеджер здравоохранения, 2011. 148 с.

7. Кузнецов П.П., Столбов А.П. Основы организации автоматизированной обработки персональных данных в медицинских учреждениях. М.: Менеджер здравоохранения, 2010. 38 с.

8. Jones T., Dobrev A., Artmann J., Stroetmann V.N. Conceptual framework, healthcare and eHealth investment context and challenges: Final report, v. 1.0. European Commission, DG INFO & Media, 2007.

9. SPARQL Query Language for RDF W3C Recommendation 15 January 2008. Available at: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115>.

## References

1. Karpov O.E., ed. *Avtomatizatsiya protsessov, tsifrovye i informatsionnye tekhnologii v upravlenii i klinicheskoi praktike lechnogo uchrezhdeniya: nauchnye trudy* [Automation of processes, digital and information technologies in management and clinical practice of medical institution: scientific works]. Moscow, Delovoi ekspres Publ., 2016, 388 p.
2. Arunyants G.G., Stolbovskii D.N., Kalinkin A.Yu. *Informatsionnye tekhnologii v meditsine i zdruvookhraneni* [Information technologies in medicine and health care]. Moscow, Feniks Publ., 2014, 384 p.
3. At'kov O.Yu., Kudryashov Yu.Yu. *Personal'naya telemeditsina. Telemeditsinskie i informatsionnye tekhnologii reabilitatsii i upravleniya zdorov'em* [Personal telemedicine. Telemedicine and information technologies for rehabilitation and health management]. Moscow, Praktika Publ., 2015, 248 p.
4. Lebedev G.S., Mukhin Yu.Yu., eds. *Informatsionnye tekhnologii v meditsine (2011–2012)*. [Information technologies in medicine (2011–2012)]. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2012, 208 p.
5. Kamenev A.V., Kleshchev A.S., Chernyakhovskaya M.Yu. *Logicheskaya model' vzaimodeistviya prichinno-sledstvennykh otnoshenii razlichnykh tipov v oblasti meditsinsko* *diagnostiki* [Logical model of interaction of cause-and-effect relations of different types in the field of medical diagnostics]. Vladivostok, IAPU DVO RAN Publ., 1999, 56 p.
6. Kobrinskii B.A. *Avtomatizirovannye registry meditsinskogo naznacheniya: teoriya i praktika primeneniya*. [Automated medical registers: theory and practice]. Moscow, Menedzher zdruvookhraneniya Publ., 2011, 148 p.
7. Kuznetsov P.P., Stolbov A.P. *Osnovy organizatsii avtomatizirovannoi obrabotki personal'nykh dannykh v meditsinskikh uchrezhdeniyakh* [Basics of organization of automated processing of personal data in medical institutions]. Moscow, 2010, 38 p.
8. Jones T., Dobrev A., Artmann J., Stroetmann V.N. *Conceptual framework, healthcare and eHealth investment context and challenges: Final report*, v. 1.0. European Commission, DG INFO & Media, 2007.
9. SPARQL Query Language for RDF W3C Recommendation 15 January 2008. Available at: <http://www.w3.org/TR/2008/REC-rdf-sparql-query-20080115>.

---

**ДЕНИСОВА ЕЛЕНА АЛЕКСЕЕВНА** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры акушерства и гинекологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары ([gubanova.elena@gmail.com](mailto:gubanova.elena@gmail.com)).

**DENISOVA ELENA** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Obstetrics and Gynecology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

**ВИКТОРОВ ОЛЕГ НИКОЛАЕВИЧ** – кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и экономики здравоохранения, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары.

**VIKTOROV OLEG** – Candidate of Economics Sciences, Associate Professor, Department of Management and Health Economics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

**ЛЕЖЕНИНА СВЕТЛАНА ВАЛЕРЬЕВНА** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры управления и экономики здравоохранения, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары.

**LEZHENINA SVETLANA** – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Management and Health Economics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary.

**ГУБАНОВА ГАЛИНА ФЕДОРОВНА** – кандидат филологических наук, доцент кафедры управления и экономики здравоохранения, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары ([RGGalina@gmail.com](mailto:RGGalina@gmail.com)).

**GUBANOVA GALINA** – Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Department of Management and Health Economics, Chuvash State University, Russia, Cheboksary ([rggalina@gmail.com](mailto:rggalina@gmail.com)).

**ГУБАНОВ АЛЕКСЕЙ РАФАИЛОВИЧ** – доктор филологических наук, профессор кафедры компьютерных технологий, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары ([alexgubm@gmail.com](mailto:alexgubm@gmail.com)).

**GUBANOV ALEKSEY** – Doctor of Philological Sciences, Professor, Department of Russian as a Foreign Language, Chuvash State University, Russia, Cheboksary ([alexgubm@gmail.com](mailto:alexgubm@gmail.com)).

---