

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ФАРМАКОТЕРАПИИ

<sup>1</sup>Лебедев Г.С., <sup>2</sup>Коробов Н.В., <sup>2</sup>Лошаков Л.А., <sup>1</sup>Котов Н.М.

<sup>1</sup>ООО «Современное программное обеспечение», Москва, e-mail: mail@msw.ru;

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Москва, e-mail: info@rector.msu.ru

В настоящее время медицинская помощь реализуется с применением методов фармакологии, выбор и доступность которых для населения определяется уровнем развития здравоохранения каждой страны. При закупке дорогостоящих лекарственных препаратов, при назначении наиболее эффективного лекарственного препарата при медикаментозном лечении очень важно выбрать наиболее эффективный препарат. В статье рассматривается решение этой проблемы за счет применения информационной системы, основанной на знаниях экспертов, предлагающей руководителю здравоохранения или врачу приемлемый метод фармакологии. Авторы определяют одним из основных направлений развития информационных технологий в области фармакологии проектирование системы управления знаниями, позволяющей производить сбор, хранение, анализ, преобразование информации о методе фармакологии в знания. В состав системы управления знаниями входит система анализа экспертных влияний. Алгоритмическую основу управления знаниями составляют математические модели, под которыми понимается математическое и информационное представление знаний и влияний. Для решения задач применены как эвристический, так и статистически достоверный (медицина, основанная на доказательствах) подходы. В работе описывается прототип такой системы, разработанный при поддержке гранта РФФИ № 13-07-00940.

**Ключевые слова:** электронная медицинская карта, медицинская информационная система, система, основанная на знаниях, методы фармакологии, качество медицинской помощи

## INFORMATICS SYSTEM ASSESSMENT METHODS PHARMACOTHERAPY

<sup>1</sup>Lebedev G.S., <sup>2</sup>Korobov N.V., <sup>2</sup>Loshakov L.A., <sup>1</sup>Kotov N.M.

<sup>1</sup>Firm Modern Software, Moscow, e-mail: mail@msw.ru;

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: info@rector.msu.ru

Currently, medical assistance is implemented using the methods of pharmacotherapy, choice and accessibility for the population of which is determined by the level of development of each country's health. When buying expensive medicines, with the appointment of the most effective drug for medical treatment is very important to choose the most effective drug. The article discusses the solution to this problem through the use of information systems based on expert knowledge, offering health officials or a doctor the most appropriate method of pharmacotherapy. The authors define one of the main directions of development of information technologies in the field of pharmacotherapy design knowledge management system that allows for the collection, storage, analysis, data conversion method of pharmacotherapy in knowledge. The system includes a knowledge management expert system analysis of influences. Algorithmic basis of knowledge management constitute mathematical models, which are understood as a mathematical representation of knowledge and information and influences. To solve the problems applied as a heuristic and statistical significance (evidence-based medicine) approaches The paper describes a prototype of such a system, developed with the support of grants from the Russian Foundation for Basic Research № 13-07-00940.

**Keywords:** electronic health record, medical information system, a system based on the knowledge, methods of pharmacotherapy, quality of care

Во всем мире процесс оказания медицинской помощи определяется экономически приемлемыми и доказательными решениями и становится все более регулируемым со стороны государства. Медицинская помощь реализуется с применением методов фармакологии и химиотерапии, выбор и доступность которых для населения определяется уровнем развития здравоохранения каждой страны. Эффективность методов фармакологии определяется комплексно, за счет предварительного и последующих расчетов рисков, управления этими рисками, корректировки планов лечения и применения методов фармакологии,

доказавших свою эффективность и приемлемую безопасность. Создание системы знаний с механизмами их поиска и представление знаний в открытом виде, предназначенном для использования в информационных системах, существенно повысит эффективность принятия решений при выборе методов фармакологии.

### Обоснование разработки

Под методом фармакологии (далее – МФТ) понимается способ лечения как комплекс медицинских вмешательств с применением лекарственных препаратов, выполняемых по назначению медицинского

работника, цель которых – устранение или облегчение проявлений заболевания (заболеваний), либо состояния пациента, восстановление или улучшение его здоровья, трудоспособности и качества жизни.

Важнейшим элементом развития МФТ в мире является стандартизация процессов сбора, хранения, обработки и анализа информации по МФТ, а также процесса подготовки материалов для принятия управленческих решений в здравоохранении. Международной стандартизации МФТ способствует созданная в 2005 году Европейская сеть по оценке технологий здравоохранения (EUnetHTA), в которую в настоящее время входят 73 организации из 29 европейских стран.

В соответствии с Федеральным законом № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 года «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» доступность и качество медицинской помощи обеспечиваются, помимо прочего, применением порядков оказания медицинской помощи и стандартов медицинской помощи. Стандарт включает в себя усредненные показатели частоты и кратности применения лекарственных средств, медицинских услуг, имплантируемых медицинских изделий и др. Важно отметить, что начиная с 1 января 2013 года медицинские организации обязаны оказывать медицинскую помощь в соответствии с разработанными и принятыми порядками и стандартами. Развивается также направление по разработке и внедрению в клиническую практику клинических рекомендаций (протоколов лечения).

В то же время подходы «доказательной медицины» и клинико-экономического анализа позволяют отобрать МФТ, наиболее подходящие для использования в клинической практике, что обеспечит оптимальное, с позиции качества оказания медицинской помощи (помощь оказывается только тем пациентам, которые в ней нуждаются) и затрат (экономия за счет рационального отбора медицинских технологий), внедрение стандартов.

Решение такой проблемы невозможно без применения информационных технологий, включая методы сбора, хранения, обработки информации и преобразования информации в знания [6, 7, 9, 10]. Под знаниями в контексте настоящей работы следует понимать информацию (данные), прошедшую серию аналитических преобразований и представляемую в структурированном виде, например в виде онтологий, изменяющихся под влиянием анализа.

Авторы считают, что актуальным и важным является проектирование системы управления знаниями, позволяющей произ-

водить сбор, хранение, анализ, преобразование информации о МФТ в знания. В состав системы управления знаниями входит система анализа экспертных влияний. Алгоритмическую основу управления знаниями составляют математические модели, под которыми будем понимать математическое и информационное представление знаний и влияний. Для решения задач планируется применять как эвристический, так и статистически достоверный (медицина, основанная на доказательствах) подходы.

### **Информационная система оценки МФТ**

Прототип информационной системы оценки МФТ [1, 2] разработан для проверки технологии, структуры, формата хранения и передачи знаний, предоставляемых системой управления знаниями фармакотерапии (далее СУЗФТ), в зависимости от способа их использования. Для решения этих задач разработаны информационные сервисы. При решении этой задачи осуществлен сбор первичных данных, полученных в рамках парадигмы доказательной медицины, в соответствии с современными принципами клинической эпидемиологии, объективной информации о результативности применения МФТ, включая процент достижения клинического результата с последующей формализацией. Затем разработана методика оценки эффективности примененных МФТ. Используя формализованные данные случаев обращения за медицинской помощью, проведен расчет эффективности МФТ, включая медицинскую, социальную и экономическую составляющие.

Применение разработанной информационной системы оценки МФТ заключается в том, что врач, принимающий решение по назначению или применению того или иного медицинского препарата или технологии, или специалист, осуществляющий закупки средств медицинского применения, может воспользоваться экспертными оценками, основанными на любых доступных знаниях с учетом их доказательной силы. Для этого разработан распределенный информационный ресурс, состоящий из двух основных подсистем (рисунок).

Первая подсистема, СУЗФТ, предназначена для оценки МФТ и предоставляет экспертам сервис для формализации своих знаний о рассматриваемом МФТ. УЗФТ состоит из двух основных частей – семантической сети взаимосвязанных понятий области применения МФТ и базы таблиц экспертных решений. Семантическая сеть состоит из понятий, сформированных в первую очередь на основании клинических рекомендаций, стандартов оказания МП

и порядке оказания медицинской помощи (классификаторы МФТ, ЕГРЛС, стандарты медицинской помощи, таблицы соответствия лекарственный препарат – диагноз, лекарственный препарат – возраст, лекарственный препарат – пол пациента, таблицы взаимодействий препаратов в организме человека, взаимодействий препаратов вне организма человека, взаимодействий препаратов и антропометрических параметров человека и т.п.). Экспертные таблицы решений представляют из себя формализованные конструкции, состоящие из входных данных и возможных решений. Входные данные характеризуются областью значений и весовыми коэффициентами (например, степень влияния на выбор решения, частота проявления и т.д.). Для каждой таблицы формируется функция отображения, позволяющая на основании обработки исходных данных определить наиболее подходящие решения.

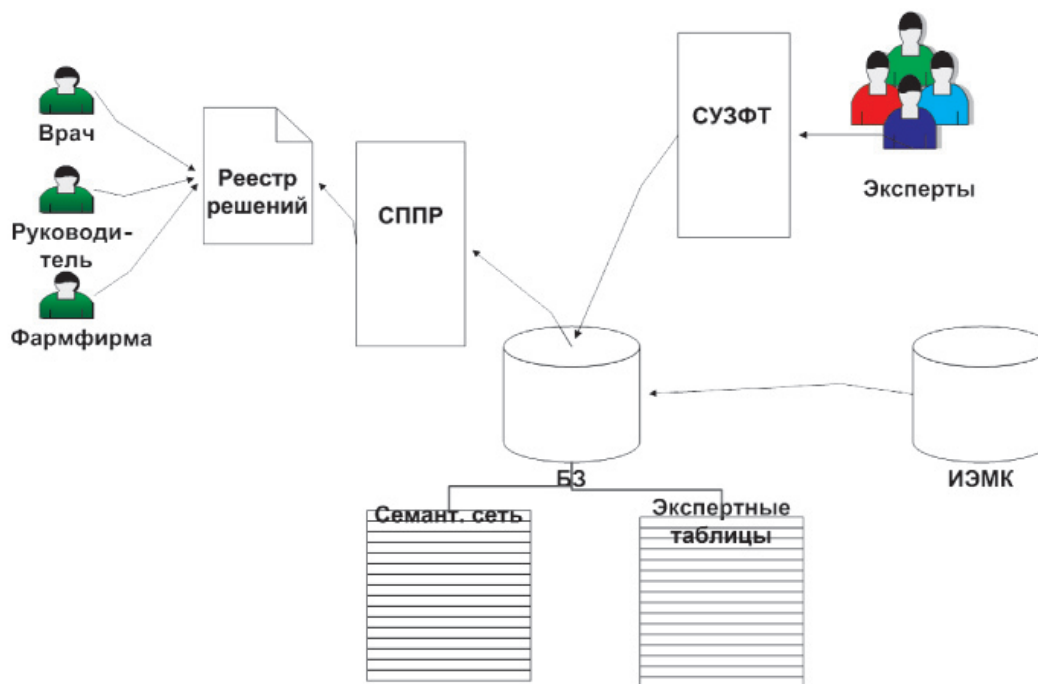
Наиболее эффективно реализовать модель знаний представления таблиц решений можно с помощью аппликативно-фреймевой модели представления знаний [3, 5].

Планируется разработать методологию позволяющую поддерживать систему знаний в актуальном состоянии. Методология должна учитывать модель организации системы здравоохранения, доступные ресурсы и процедуры управления системой здравоохранения. Поддержание УЗФТ в ак-

туальном состоянии – это междисциплинарная и сложная организационная задача, требующая вовлечения исследовательских ресурсов различных типов медицинских учреждений. Методология должна учитывать, что система оценки знаний должна быть максимально независима от места их возникновения. Например знания, полученные от производителей (BigPharma), не могут иметь высокого рейтинга, не будучи подтвержденными эпидемиологически значимыми исследованиями.

База экспертных знаний будет содержать экспертные таблицы оценки МФТ, заполняемые экспертами на основании опубликованных данных об успешных или неуспешных случаях применения МФТ. Предполагается, что при организации взаимодействия с интегрированной электронной медицинской картой (ИЭМК), входящей в Единую государственную систему в сфере здравоохранения [4, 8], рейтинг экспертных таблиц будет корректироваться автоматически.

Состав показателей экспертных таблиц будет определен клинически и эпидемиологически значимым образом. Будет разработан математический аппарат, позволяющий рассчитать интегральную экспертную оценку каждой схемы применения МФТ, сравнимую с соответствующими оценками одного класса. К этой подсистеме будет иметь доступ ограниченный состав экспертов, отбираемых для оценки конкретной технологии.



Структура информационного ресурса оценки МФТ. Сокращения:

БЗ – база данных, СППР – система поддержки принятия решения; СУЗФТ – система управления знаниями фармакотерапии; ИЭМК – интегрированная электронная медицинская карта

В качестве оцениваемых показателей предполагается использовать следующие:

1. Медицинские показатели:
  - а) эффективность;
  - б) безопасность;
  - в) соотношение польза/риск;
  - г) доказанность;
  - д) применимость.
2. Экономические показатели:
  - а) затраты – эффективность;
  - б) затраты – выгода (в денежном выражении);
  - в) затраты – полезность (QALY);
3. Социальные показатели:
  - а) качество жизни, связанное со здоровьем;
  - б) влияние на «бремя болезни»;
  - в) продолжительность жизни в качестве налогоплательщика;
  - г) приемлемость МФТ.

Характеристика показателя:

- Коэффициент влияния (вес) на интегральную оценку в своей группе.
- Минимальное значение показателя, которое он может принимать.
- Максимальное значение показателя, которое он может принимать.
- Шаг изменения от минимального значения до максимального значения.

Вторая подсистема, система поддержки принятия решения (СППР) по выбору наиболее эффективного МФТ, будет использоваться практикующими врачами при выборе приемлемого МФТ из списка предложенных решений, организаторами здравоохранения при закупке препаратов, представителями фармацевтических организаций для организации поставок наиболее эффективных препаратов.

Применяемая математическая модель будет обеспечивать интегральную оценку объекта экспертизы (МФТ). Например, оценка по группе «Медицинские показатели» рассчитывается по формуле

$$\sum (p_i \cdot kv_i),$$

где  $p_i$  – значение показателей:

- $i = 1$  «Эффективность»,
  - $i = 2$  «Безопасность»,
  - $i = 3$  «Соотношение польза/риск»
- \* $kv_i$  – значение коэффициента влияния показателей:
- $i = 1$  «Эффективность»,
  - $i = 2$  «Безопасность»,
  - $i = 3$  «Соотношение польза/риск»
- на интегральную оценку «Медицинские показатели».

Общая оценка от нескольких экспертов по одним и тем же объектам экспертизы представляет собой среднее арифметическое значение оценок экспертов.

## Заключение

Разработанные математические модели и программные средства будут использованы всеми медицинскими организациями, осуществляющими оказание медицинской помощи с применением методов фармакотерапии за счет предварительного и последующих расчетов рисков и корректировки планов лечения, и применения методов фармакотерапии, доказавших свою эффективность по разработанным критериям.

Результаты исследований будут востребованы медицинскими работниками при выборе наиболее эффективных методов фармакотерапии, органами исполнительной власти в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации при закупке лекарственных препаратов для нужд регионального здравоохранения, а также затребованы фармацевтическими организациями и производителями лекарственных препаратов.

Таким образом, применение результатов работы в интересах министерства здравоохранения будет иметь важный социально-экономический эффект. Отчетные материалы могут быть использованы для разработки промышленной информационной системы.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-00940.*

## Список литературы

1. Построение информационной системы оценки медицинских технологий / Н.В. Коробов, Н.М. Котов, Г.С. Лебедев, Л.А. Лошаков, А.Н. Яворский // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2013. – № 10, Т. 11. – С. 51–56.
2. Информационная модель оптимизации выбора схем лекарственной терапии при хроническом гепатите С / Н.В. Коробов, Н.М. Котов, Г.С. Лебедев, Л.А. Лошаков, А.Н. Яворский, Т.А. Ефремова, В.В. Холохон // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. – № 10. – т. 12. – С. 55–62.
3. Лебедев Г.С., Мажирин И.В., Тронин Ю.Н., Яцук В.Я. Об одном подходе к реализации компонентов машины знаний средствами аппликативной компьютерной логики // Всесоюзная конференция по искусственному интеллекту: тезисы докладов. Том 3. – Переславль-Залесский, 1988. – С. 314–317.
4. Лебедев Г.С., Тихонова Ю.В. Требования к архитектуре, определению, области применения и контексту электронной медицинской карты // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12, т. 8. – С. 25–37.
5. Лебедев Г.С., Тронин Ю.Н. Реализация моделей представления знаний интеллектуальных систем графами потоков данных // Интеллектуальное программное обеспечение ЭВМ: Тезисы докладов Всесоюзного научно-практического семинара. Часть 1. – Ростов-на-Дону – Терскол, 1990. – С. 59,60.
6. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. – М.: Наука, 1985. – 240 с.
7. Мезенцева Л.В., Перцев С.С. Математическое моделирование в биомедицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – № 1, т. 2.



8. Основные разделы ЭМК. Утверждены Министром здравоохранения РФ 11.11.2013 г. (Письмо Заместителя Министра здравоохранения Российской Федерации от 14.11.2013 г. № 18-1/10/2-8443 об утверждении основных разделов ЭМК).

9. Петров И.Б. Математическое моделирование в медицине и биологии на основе моделей механики сплошных сред // ТРУДЫ МФТИ. – 2009. – Т. 1, № 1.

10. Резниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ч. 1. – М.-Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. – 231 с.

### References

1. Postroenie informacionnoj sistemy ocenki medicinskih tehnologij / N.V. Korobov, N.M. Kotov, G.S. Lebedev, L.A. Loshakov, A.N. Javorskij // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy no. 10.T. 11. 2013. pp. 51–56.
2. Informacionnaja model optimizacii vybora shem lekarstvennoj terapii pri hronicheskom gepatite S / N.V. Korobov, N.M. Kotov, G.S. Lebedev, L.A. Loshakov, A.N. Javorskij, T.A. Efremova, V.V. Holohon // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy no. 10. t. 12. 2014. pp. 55–62.
3. Lebedev G.S., Mazhirin I.V., Tronin Ju.N., Jacuk V.Ja. Ob odnom podhode k realizacii komponentov mashiny znanij sredstvami aplikativnoj kompjuternoj logiki // Vsesojuznaja konferencija po iskusstvennomu intellektu. Tezisy dokladov. Tom 3. Pereslavl-Zalesskij, 1988, pp. 314–317.
4. Lebedev G.S., Tihonova Ju.V. Trebovanija k arhitekture, opredeleniju, oblasti primenenija i kontekstu jelektronnoj medicinskoj karty // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy. no. 12, t. 8, 2010. pp. 25–37.
5. Lebedev G.S., Tronin Ju.N. Realizacija modelej predstavlenija znanij intellektualnyh sistem grafami potokov dannyh // Intellektualnoe programmnoe obespechenie JeVM: Tezisy dokladov Vsesojuznogo nauchno-prakticheskogo seminar. Chast 1. Rostov-na-Donu Terskol, 1990, pp. 59, 60.
6. Marchuk G.I. Matematicheskie modeli v immunologii. M.: Nauka, 1985. 240 p.
7. Mezenceva L.V., Percev S.S. Matematicheskoe modelirovanie v biomedicine // Vestnik novyh medicinskih tehnologij. no. 1, t.2, 2013.
8. Osnovnye razdely JeMK. Utverzhdeny Ministrom zdravooхранения RF 11.11.2013 g. (Pismo Zamestitelja Ministra zdravooхранения Rossijskoj Federacii ot 14.11.2013 g. no. 18-1/10/2-8443 ob utverzhdenii osnovnyh razdelov JeMK).
9. Petrov I.B. Matematicheskoe modelirovanie v medicine i biologii na osnove modelej mehaniki sploshnyh sred // TRUDY MFTI, 2009, Tom 1, no. 1.
10. Reznichenko G.Ju. Lekcii po matematicheskim modeljam v biologii. Ch. 1. M.-Izhevsk: Nauchno-izdatelskij centr “Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika”, 2002. 231 p.