

# Навигатор по медицинской литературе. Методы и программные средства поддержки технологии доказательной медицины

**Аннотация.** В статье представлена многофункциональная система поддержки технологии доказательной медицины, позволяющая проводить поиск медицинских публикаций и справочной информации во внешних информационных ресурсах; формулировать вопросы в принятых в медицине форматах и критически анализировать публикации в соответствии с принципами доказательной медицины; использовать клинические и статистические калькуляторы; автоматически формировать и архивировать ответы на клинические вопросы. Система апробирована в многопрофильной больнице и продемонстрировала эффективность в поддержке принятия клинических решений.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, доказательная медицина, интеллектуальный поиск, оценка доказательности.

## Введение

Медицина является одной из самых информационно-емких отраслей человеческой деятельности. Оказание высококачественной и безопасной медицинской помощи предполагает использование актуальной и достоверной медицинской информации, необходимой для принятия клинических решений, более эффективного управления лечебно-диагностическими мероприятиями и, соответственно, снижения медицинских ошибок, повышения качества и снижения стоимости медицинской помощи.

В специальных исследованиях было показано, что у врачей при принятии клинических решений по поводу каждого пациента возникает до четырех – шести вопросов различного характера [1-6]. При этом многие вопросы остаются без ответа. Например, по данным Ely et al. [7] врачи не искали ответа на 45% из 1062 вопросов, возникавших в ходе клинической работы, а из тех вопросов, на которые они пытались найти ответ, в 41% случаев этого сделать не удалось. Таким образом, свыше 67% клинических вопросов остались без ответа. Авторы

выявили 59 причин, по которым врачи не искали или не смогли найти ответа на клинические вопросы. Самыми частыми из них были:

- отсутствие достаточного времени на информационный поиск;
- сложность в преобразовании информационной потребности в поисковый запрос;
- затруднения в определении оптимальной стратегии поиска и выборе соответствующих информационных ресурсов;
- затруднения в отборе наиболее достоверных фактов, их интерпретации и применения при принятии клинических решений.

Как свидетельствуют специальные исследования [8], медицинскому работнику требуется не менее получаса для поиска необходимой информации в базе данных MEDLINE – самом полном собрании биомедицинских публикаций, тогда как врачи, работающие в жестких временных рамках (например, в отделении неотложной помощи), скорее всего, прервут поиск ответа, если он длится больше двух минут [9].

Традиционные поисковые системы (например, Google и Google Scholar) являются еще одним способом отыскания ответа на клини-

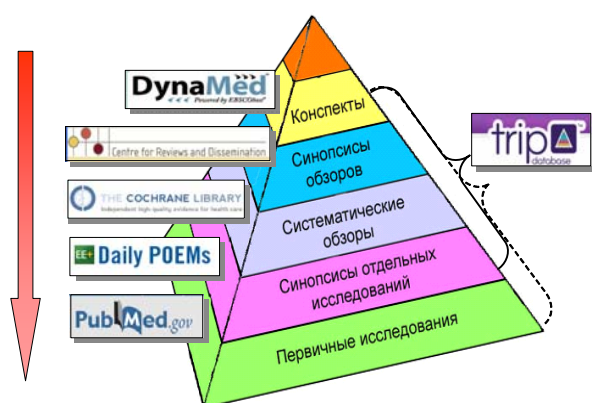


Рис. 1. Классификация медицинских информационных ресурсов: пирамида 5S (адаптировано по Haynes R.V. [24])

ческие вопросы, к которому часто прибегают врачи [10-14]. Однако найденная таким образом информация оказывается менее релевантной и имеет сомнительную достоверность [15-21]. Например, в исследовании Freeman et al. [22] поиск ответа на частный вопрос по поводу лекарственной терапии в PubMed дал более релевантные и важные документы, чем поиск в Google Scholar.

По мнению одного из ведущих экспертов в области доказательной медицины G. Guyatt [23], все медицинские информационные ресурсы можно упорядочить с помощью пирамиды доказательности, предложенной R.V. Haynes [24]. Специалисты по доказательной медицине считают, что не существует единственного информационного источника, который полностью удовлетворял бы запросам медицинских специалистов разного профиля. Анализ ресурсов по доказательной медицине свидетельствует о насущной необходимости создания системы, позволяющей отбирать и оптимально использовать информационные источники. Принцип отбора предложен в монографии G. Guyatt [23] и схематически представлен на Рис. 1.

Для проведения самостоятельного критического анализа медицинских публикаций было разработано несколько программ (CAT Maker<sup>1</sup>, GRADE Pro<sup>2</sup>). Кроме того, существуют многочисленные онлайн-статистические калькуляторы и шкалы, позволяющие вычислить количественный эффект вмешательства или оценить индивидуальный риск для пациента. Однако

<sup>1</sup> <http://www.cebm.net/index.aspx?o=1216>

<sup>2</sup> <http://ims.cochrane.org/revman/gradepro>

в мировой литературе нет указаний на существование единой информационно-аналитической системы, объединяющей все вышеперечисленные опции.

В данной работе рассматриваются методы поиска и оценки релевантности и доказательности медицинских публикаций, архитектура системы поддержки технологии доказательной медицины и соответствующих программных средств.

## 1. Основные элементы технологии доказательной медицины

Под *доказательной медициной* понимают систематический подход к получению, анализу и применению достоверных научных фактов при принятии решений в клинической практике [25]. Возникающие в клинической практике вопросы можно разделить на два типа – общие и частные. Общие вопросы, как правило, широкие, касаются хорошо известной ситуации и чаще возникают из-за недостаточного личного опыта или сравнительной редкости патологии. Частные вопросы более специфичны, чаще касаются сравнения нескольких методов, между которыми предстоит сделать выбор.

Методология использования доказательной медицины для ответа на частный клинический вопрос подразумевает последовательное выполнение трех основных этапов, каждый из которых включает несколько компонентов (Рис. 2).

### 1.1. Поиск клинической информации

#### Формулировка клинического вопроса.

Для проведения эффективного поиска клиницистам рекомендуется сначала проанализировать центральные темы вопроса, чтобы выявить необходимость в дополнительной клинической

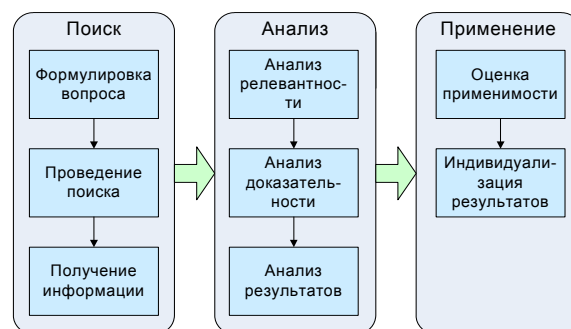


Рис. 2. Этапы технологии доказательной медицины

информации и пробелы в знаниях, а затем определить способы их заполнения. Самые частые темы, с которыми врачи сталкиваются в клинической практике, относятся к одной из следующих широких категорий: этиология или вредное воздействие, лечебное вмешательство, диагностика, прогноз [26]. Тип вопроса определяет различные виды доказательной информации и, возможно, различные типы информационных ресурсов, а иногда и стратегию поиска в пределах конкретного ресурса.

Затем вопросы преобразуют в форму, позволяющую лучше понять проблему, выделить ключевую информацию и определить тип доказательств, которые понадобятся для ответа на вопрос [23]. Для этого вопрос разбивается на части, которые можно причислить к одной из четырех концепций:

- определенная группа пациентов, популяция или категория населения;
- изучаемое вмешательство, диагностический тест, вредный или прогностический фактор,
- сравнительные вмешательства или тесты;
- интересующий исход.

Такую форму вопроса обычно обозначают **PICO (Patient - Intervention – Comparison – Outcome)**.

Важность правильной формулировки вопроса обуславливает необходимость наличия механизмов его формирования и контроля в программных средствах, поддерживающих технологию доказательной медицины.

**Выполнение поиска клинической информации.** Следующим этапом является проведение поиска с целью нахождения наиболее достоверных научных данных. Для этого необходимо выявить подходящие источники информации и разработать соответствующие стратегии поиска.

Следует отметить, что для эффективного поиска медицинской информации в Интернете врач должен обладать навыками работы с поисковыми системами. Каждая система может иметь свой механизм поиска. Однако можно выделить основные ошибки, совершаемые врачами при использовании поисковых средств [27]:

- неправильное использование близости расположения терминов (close, NEAR);
- использование неподходящего поискового средства;

- орфографические ошибки (обычно признаком наличия орфографической ошибки является нулевой результат поиска);
- некорректное использование логических операторов;
- применение слишком общих терминов;
- использование омонимов;
- использование регистра (большие/малые буквы).

## 1.2. Критический анализ публикаций

**Анализ релевантности** заключается в установлении степени соответствия результатов исследований, описанных в конкретной статье поставленному вопросу. Эта проблема встречается довольно часто, так как исследователи зачастую ставят научный вопрос очень узко, а практикующий врач, напротив, часто интересуется широким кругом аспектов клинической проблемы. Встречаются и обратные ситуации. Например, рандомизированное клиническое испытание затрагивает широкий спектр проблем, а вопрос сфокусирован только на эффективности лечения, побочных эффектах приема препарата или прогнозе заболевания.

**Анализ доказательности** необходим для выявления наиболее достоверных исследований. Искажения результатов могут явиться следствием множества факторов: постановка исследования, способ деления пациентов на группы, учет выбывших пациентов и др. Чем больше погрешностей в проведении исследования, тем больше вероятность искажений его результатов.

Для оценки достоверности результатов используется «иерархия доказательств», которая описывает степень достоверности результатов в зависимости от методологической строгости постановки научных исследований, в которых они были получены. Этот принцип символизируется, так называемой, «пирамидой доказательности», отражающей иерархическую организацию научных фактов и относительное количество разных видов исследований в общем объеме научной информации (Рис. 3).

Для исследований, отвечающих на разные типы вопросов (терапия, диагностика, вредные воздействия, прогноз), характерна различная максимально строгая постановка. Например, при изучении операционных характеристик диагностических тестов самые достоверные дан-

ные могут быть получены в когортном исследовании, а для вопросов о восприятии пациентами или членами их семей различных аспектов болезни зачастую единственным возможным типом исследования являются не количественные, а качественные исследования [23].

**Анализ количественных результатов** заключается в получении числовых показателей (снижение относительного риска, отношение шансов, отношение рисков, риск и т.д.), выражающих эффективность лечения, диагностическую точность, причинно-следственные связи и прогноз. Для различных типов запросов рассчитываются различные числовые показатели.

**Оценка применимости и индивидуализация результатов.** В ходе оценки применимости необходимо, во-первых, сделать вывод о том, насколько результаты данного исследования справедливы для конкретного пациента, а, во-вторых, насколько они применимы в условиях конкретного медицинского учреждения. Первая составляющая этапа применимости схожа с анализом релевантности, но отличается тем, что на этапе оценки релевантности оперируют общими категориями для решения о дальнейшем разборе статьи. На этапе оценки применимости требуется использование специфических факторов, например, соответствия демографических или клинических характеристик участников исследования и пациента.

После решения о возможности применения результатов исследования необходимо выполнить их коррекцию с учетом индивидуальных факторов. Индивидуализация предполагает вычисление вероятной величины эффекта для данного больного, анализ соотношения риска и преимуществ, а также учета мнения и предпочтений самого пациента.

## 2. Программные средства доказательной медицины: автоматизация поиска и анализа доказательности результатов медицинских исследований

Ниже описана архитектура и программные средства системы поддержки ключевых этапов технологии доказательной медицины, разработанной в Институте системного анализа РАН совместно с Медицинским центром Банка



Рис. 3. Пирамида доказательности

России. Эту систему поддержки можно рассматривать как своеобразный «навигатор», обеспечивающий эффективную навигацию, с одной стороны, по возможным источникам информации, с другой - по всем подсистемам, реализующим этапы процесса доказательной медицины. На Рис. 4 показана общая архитектура программной системы поддержки технологии доказательной медицины.

Перечислим основные этапы работы системы в процессе информационного поиска и формирования ответа на клинический вопрос.

**ЭТАП 1.** Пользователь описывает клиническую ситуацию, формулирует клинический вопрос в свободной форме на естественном языке и выбирает тип вопроса. Вопрос автоматически переводится на английский язык, затем в интерактивном режиме пользователь преобразует его в формат PICO, при этом система обеспечивает подсказки на русском и английском языках с использованием медицинского тезауруса MeSH. Пользователь отбирает поля, по которым будет проводиться поиск, и система транслирует термины из формата PICO в поисковый запрос. На Рис. 5 приведен пример формулировки запроса в свободной форме, а на Рис. 6 – в формате PICO.

**ЭТАП 2.** Выполняется поиск информации в источниках медицинской тематики. Поисковый механизм автоматически направляет поисковый запрос в информационные ресурсы в соответствии с иерархией доказательности, однако пользователь имеет возможность самостоятельно менять последовательность использования ресурсов. Результаты поиска отображаются в рабочем окне системы (Рис. 7). Задачей этого этапа

является первичный отбор релевантных запросу публикаций. Отобранные публикации сохраняются в системе. Предусмотрена возможность

проведения дополнительного поиска в выбранных источниках по измененной стратегии.

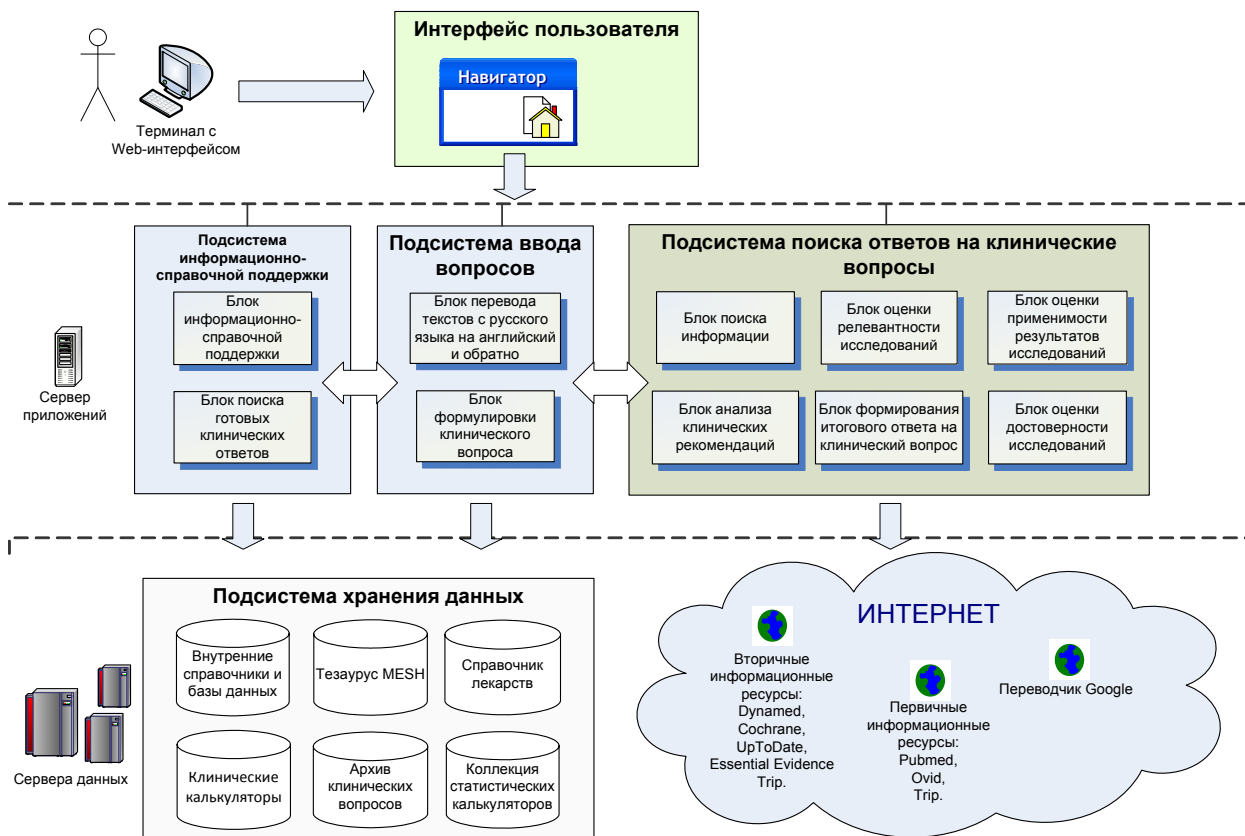


Рис. 4. Общая структурно-функциональная схема системы поддержки технологии доказательной медицины

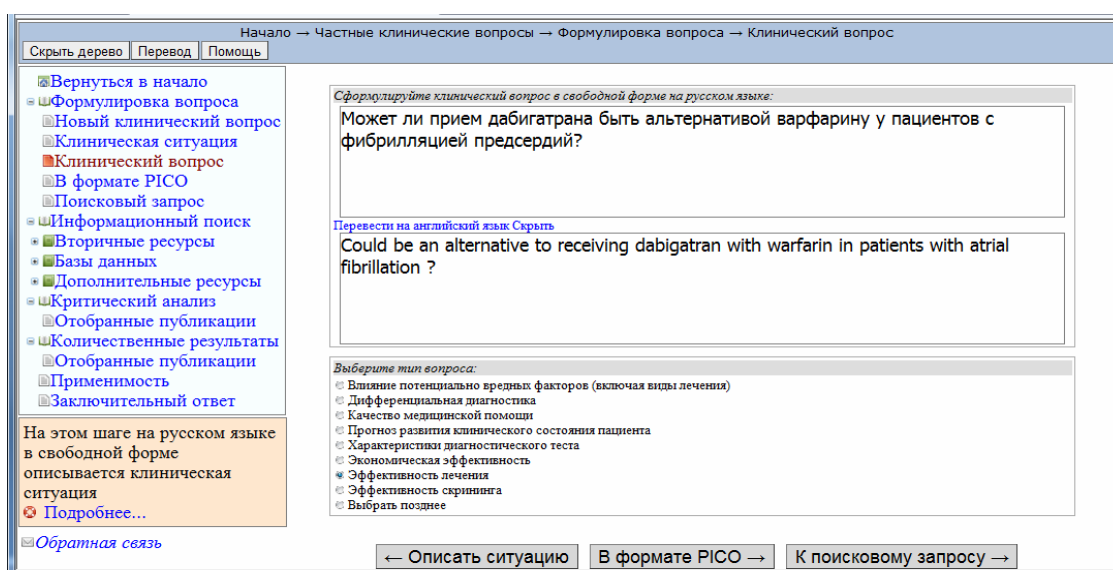


Рис. 5. Формулировка частного клинического вопроса в свободной форме

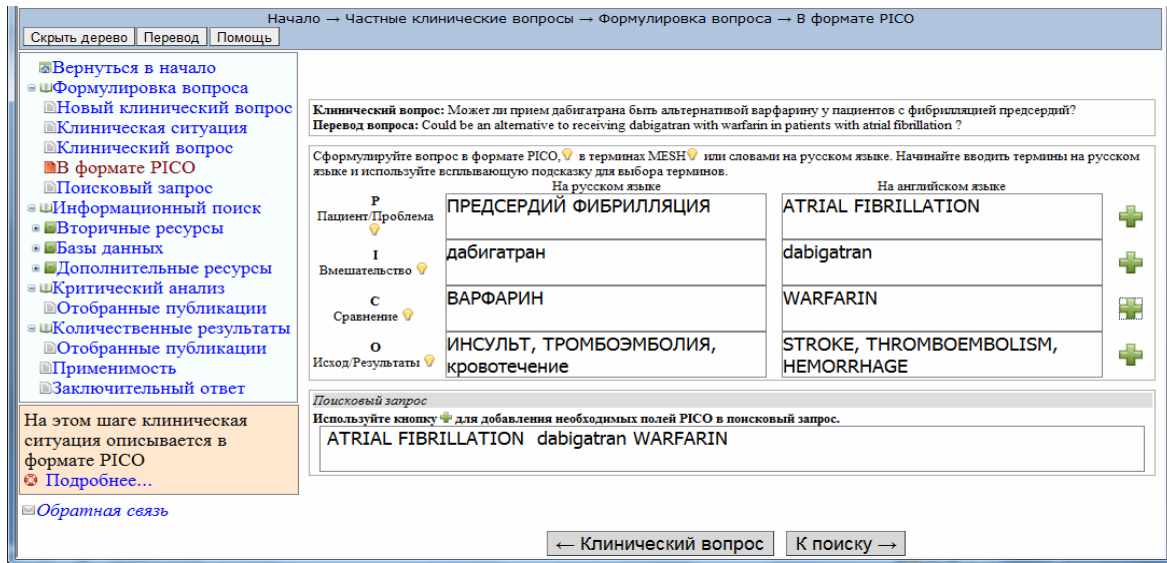


Рис. 6. Формулировка вопроса в формате PICO

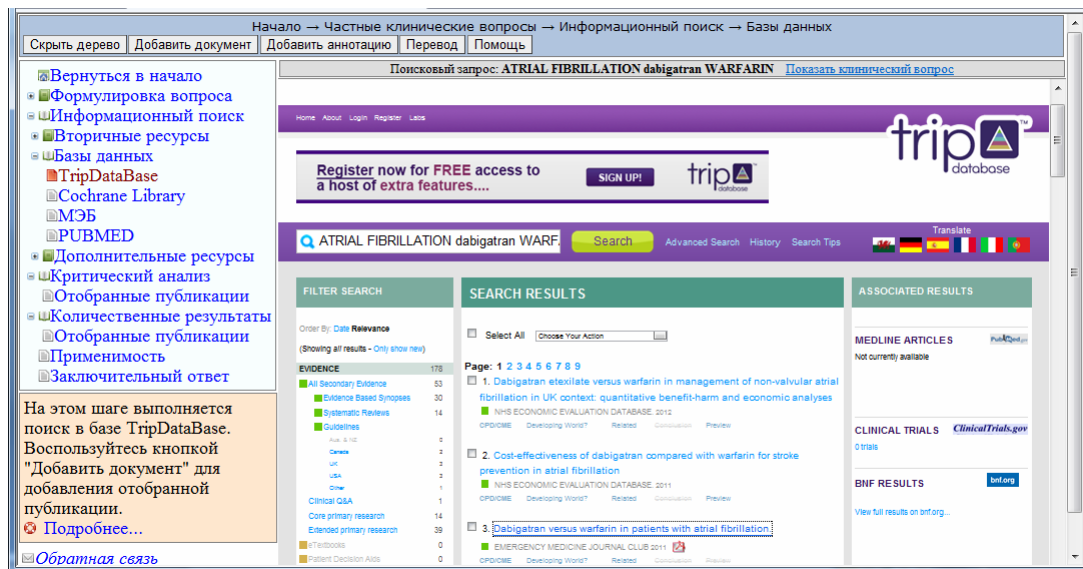


Рис. 7. Поиск в медицинских информационных ресурсах по доказательной медицине

**ЭТАП 3.** Выполняется оценка степени семантической релевантности найденных документов. Критический анализ отобранных публикаций проводится поэтапно:

- оценка релевантности путем сопоставления вопроса в формате PICO, составленного пользователем, с материалами и методами анализируемой публикации;
- определение дизайна исследования в соответствии с алгоритмом, включающим последовательность контрольных вопросов;
- оценка качества исследования с помощью контрольных вопросов и балльной оценки;

- интерпретация количественных результатов с возможностью расчета дополнительных показателей по данным исследования.

Система позволяет вернуться к контрольным вопросам критического анализа, просмотреть и изменить ответы (Рис. 8).

**ЭТАП 4.** На этапе оценки применимости пользователю предлагается оценить возможность и желательность использования результатов проанализированного исследования в своей клинической практике. В итоге работы автоматически формируется заключительный ответ, который пользователь может сохранить и распечатать (Рис. 9).

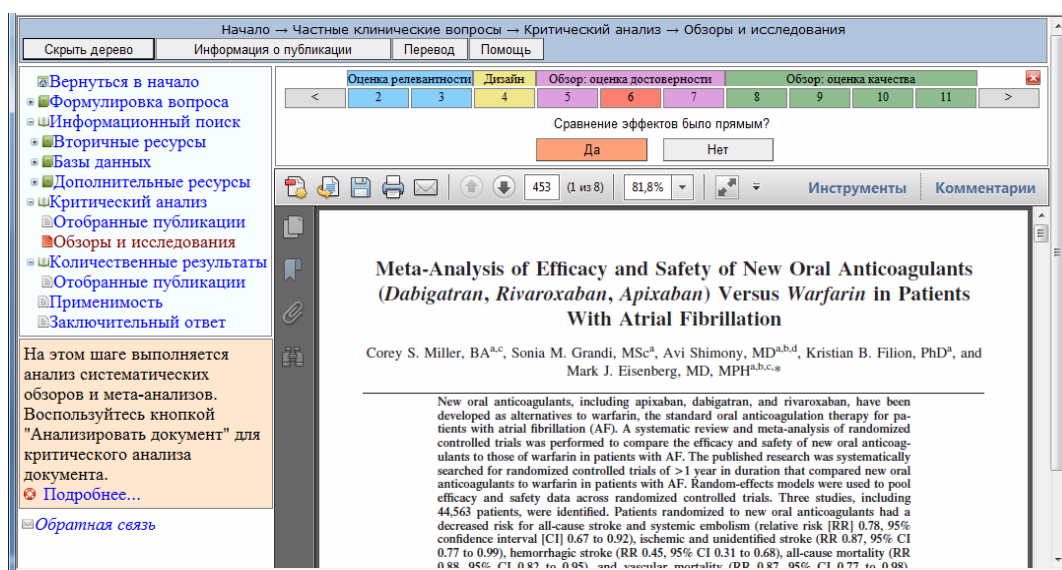


Рис. 8. Этап критического анализа систематического обзора

Ответ на клинический вопрос	
<b>Поиск</b>	
Клинический вопрос	Может ли прием дабигатрана быть альтернативой варфарину у пациентов с фибрилляцией предсердий?
Тип вопроса	Эффективность лечения
Информационные ресурсы	Dynamed, Trip database, PubMed
Поисковые запросы	ATRIAL FIBRILLATION dabigatran WARFARIN
Дата поиска	18 июля 2012 г.
Проверено экспертом	
<b>Клинические исследования</b>	
Информация о публикации "Miller CS., Grandi S.M., Shimony A. et al. Meta-Analysis of Efficacy and Safety of New Oral Anticoagulants (Dabigatran, Rivaroxaban, Apixaban) Versus Warfarin in Patients With Atrial Fibrillation. Am J Cardiol 2012;110: 453– 460 - 2012."	
Тип исследования	систематический обзор
Доказательность	уровень 1a
Пациент/Проблема	пациенты с фибрилляцией предсердий
Вмешательство	дабигатран
Сравнение	ВАРФАРИН
Исходы/Результаты	СМЕРТНОСТЬ, ИНСУЛЬТ, ТРОМБОЭМБОЛИЯ, кровотечение

Рис. 9. Фрагмент ответа на клинический вопрос

### 3. Поиск справочной информации об общих клинических ситуациях

В системе предусмотрен поиск справочной информации, например, об общих клинических ситуациях. Этот вид поиска начинается с формулировки вопроса в свободной форме. Система предоставляет пользователю возможность автоматически перевести вопрос на английский язык.

На следующем шаге пользователь вводит термины, уточняющие вопрос. Поиск ответа на поставленный вопрос происходит в следующем порядке:

- поиск во вторичных ресурсах и справочниках;
- поиск в медицинских базах данных (первичных ресурсах);
- поиск в Google Scholar и других дополнительных ресурсах, подключенных к разработанному прототипу.

Результаты поиска, которые, на взгляд пользователя, содержат полезную информацию, можно сохранить с помощью кнопки «Добавить результат». Если пользователю не удалось найти ответ на поставленный вопрос, то он может уточнить или расширить запрос, пройдя всю процедуру поиска заново (Рис. 10).



Рис. 10. Экранная форма для формирования ответа на вопрос

#### 4. Дополнительные возможности системы

Дополнительные возможности системы включают:

- поиск справочной информации по лекарственным средствам в базе данных VIDAL;
- создание коллекции готовых ответов на клинические вопросы;
- доступ к клиническим шкалам и калькуляторам, создание коллекции калькуляторов и клинических правил;
- учебные материалы по доказательной медицине;
- личный кабинет пользователя для создания индивидуальных настроек при работе с системой.

#### Заключение

Анализ существующих работ в области доказательной медицины продемонстрировал, что в настоящее время отсутствуют модели и программные средства поддержки, объединяющие в едином комплексе основные этапы технологии доказательной медицины. В том числе, формулировку клинического вопроса и его преобразова-

ние в поисковый запрос, проведение поиска по специализированным ресурсам доказательной медицины, критический анализ публикаций и создание коллекции ответов на клинические вопросы. Большая часть указанных задач была решена в представленной системе. Вместе с тем, пока не решена задача автоматического преобразования клинического вопроса на естественном языке в формат PICO с последующей трансляцией в поисковый запрос. Не доработан блок применимости результатов исследования к конкретному клиническому случаю и оценки качества полученного ответа.

Система прошла апробацию в Медицинском центре Банка России (Москва) в 2011 г. Всего врачами было оформлено 122 клинических вопроса. Наибольшая доля вопросов (52%) касалась необходимости или сравнительной эффективности лечебных вмешательств (Рис. 11).

Проведенные испытания выявили следующие существенные преимущества разработанного прототипа по сравнению с существующими поисковыми машинами и средствами поддержки технологии доказательной медицины:

- разработанный прототип позволяет существенно сократить время поиска ответа на клинический вопрос;



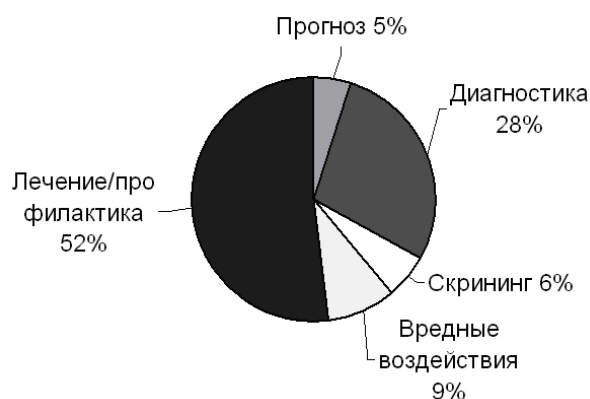


Рис. 11. Распределение вопросов по типам

- использование стратегии поиска и терминов MESH при составлении поискового запроса позволяет отсеять среди найденных результатов тех документов, которые не имеют отношения к интересующей проблеме;

- имеющиеся в прототипе функциональные возможности и набор статистических калькуляторов позволяют пользователям быстро провести оценку достоверности отобранных документов и точнее сформулировать окончательный ответ на интересующий вопрос.

Предполагается, что система будет применяться для информационной поддержки:

- при принятии решений о ведении отдельных пациентов,
- при сравнительной оценке новых технологий и направлений деятельности;
- при выборе нового оборудования и технологий;
- при разработке систем поддержки принятия решений;
- при обучении медицинского персонала и повышении квалификации;
- при оценке качества медицинской помощи.

## Литература

1. Timpka T., Arborelius E. The GP's dilemmas: a study of knowledge need and use during health care consultations //Methods Inform Med. 1990; 29: 23–9.
2. Bergus GR., Randall CS., Sinift SD., Rosenthal DM. Does the structure of clinical questions affect the outcome of curbside consultations with specialty colleagues? //Arch Family Med. 2000; 9: 541–7.
3. Ely JW, Burch RJ, Vinson DC. The information needs of family physicians: case-specific clinical questions //J Family Pract. 1992; 35: 265–9.

4. Osheroff JA, Forsythe DE, Buchanan BG et al. Physicians' information needs: analysis of questions posed during clinical teaching //Ann Int Med. 1991; 114: 576–81.
5. Covell DG, Uman GC, Manning PR. Information needs in office practice: are they being met? //Ann Int Med 1985; 103: 596–9.
6. Smith R. What clinical information do doctors need? //BMJ. 1996; 313: 1062–8.
7. Ely JW, Osheroff JA, Chambliss ML et al. Answering physicians' clinical questions: obstacles and potential solutions //J Am Med Inform Assoc. 2005;12:217–24.
8. Hersh WR, Crabtree MK, Hickam DH et al. Factors associated with success in searching MEDLINE and applying evidence to answer clinical questions //J Am Med Inform Assoc. 2002; 9: 283–93.
9. Ely JW, Osheroff JA, Ebell MH, et al. Evans ER: analysis of questions asked by family doctors regarding patient care //BMJ 1999;319:358–61
10. Cullen RJ. In search of evidence: family practitioners' use of the Internet for clinical information //J Med Lib Assoc. 2002; 90: 370–9.
11. Stephens MB, Von Thun AM. Military medical informatics: accessing information in the deployed environment //Military Med. 2009; 174: 259–64.
12. Kitchin DR, Applegate KE. Learning radiology a survey investigating radiology resident use of textbooks, journals, and the internet //Acad Radiol. 2007; 14: 1113–20.
13. O'Keeffe J, Willinsky J, Maggio L. Public access and use of health research: an exploratory study of the National Institutes of Health (NIH) Public Access Policy using interviews and surveys of health personnel //J Med Internet Res. 2011; 13 (4): e97.
14. Thiele RH, Poirer NC, Scalzo DC, Nemergut EC. Speed, accuracy, and confidence in Google, Ovid, PubMed, and UpToDate: results of a randomised trial //Postgrad Med J. 2010; 86(1018):459-65.
15. Purcell GP, Wilson P, Delamothe T. The quality of health information on the internet //BMJ. 2002; 324: 557–8.
16. Silberg WM, Lundberg GD, Musacchio RA. Assessing, controlling, and assuring the quality of medical information on the Internet: Caveant lector et viewer – let the reader and viewer beware //JAMA 1997; 277: 1244–5.
17. Childs S. Judging the quality of internet-based health information //Perform Meas Metrics. 2005; 6: 80–96.
18. Griffiths KM, Tang TT, Hawking D, Christensen H. Automated assessment of the quality of depression websites //J Med Int Res. 2005; 7: e59.
19. Griffiths KM, Christensen H. Quality of web based information on treatment of depression: cross sectional survey //BMJ. 2000; 321: 1511–5.
20. Benigeri M, Pluye P. Shortcomings of health information on the Internet //Health Promot Int. 2003; 18: 381–6.
21. Cline RJ, Haynes KM. Consumer health information seeking on the Internet: the state of the art //Health Educ Res. 2001; 16: 671–92.
22. Freeman MK, Lauderdale SA, Kendrach MG, Woolley TW. Google Scholar versus PubMed in locating primary literature to answer drug-related questions //Ann Pharmacother. 2009; 43: 478–84.
23. Users' guide to the medical literature. A manual for evidence-based clinical practice /Ed. by Guyatt G., Rennie D., Meade M.O., Cook D.J. – 2<sup>nd</sup> ed. – McGraw-Hill, 2008.

24. Haynes R.B. Of studies, summaries, synopses, and systems: the "4S" evolution of services for finding best current evidence // *Evid Based Ment Health*. 2001; 4(2): 37–39.
25. Dans A.L., Dans L.F., Silvestre M.A. *Painless evidence-based medicine*. Chichester: Wiley, 2008. – 140 p.
26. Sackett D. L., Straus S.E., Richardson W.S. et al. *Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach Evidence-Based Medicine*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2000.
27. Hersh W.R., Hickam D.H. How well do physicians use electronic information retrieval systems? A Framework for investigation and systematic review // *JAMA*. 1998; 280(15): 1347-1352.

**Назаренко Герасим Игоревич.** Директор Медицинского центра Банка России. Окончил военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова в 1979 году. Доктор медицинских наук, академик РАН. Автор более 300 работ и 33 монографий. Область научных интересов: информационные технологии в медицине, клиническое прогнозирование, медицинские интеллектуальные системы, медицинская метрология, квалиметрия травм.

**Осипов Геннадий Семенович.** Заместитель директора по научной работе Института системного анализа РАН. Окончил Ростовский государственный университет в 1972 году. Доктор физико-математических наук, профессор. Автор более 130 работ. Область научных интересов: теория динамических интеллектуальных систем, методы приобретения и представления знаний, неоднородные семантические сети, методы моделирования поведения, компьютерная лингвистика, поиск в локальных и глобальных сетях, методы искусственного интеллекта в клинической медицине.

**Смирнов Иван Валентинович.** Старший научный сотрудник лаборатории «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН. Окончил Российский университет дружбы народов в 2003 году. Кандидат физико-математических наук. Автор 27 работ. Область научных интересов: искусственный интеллект, обработка естественного языка, машинное обучение, интеллектуальные поисковые машины.

**Клейменова Елена Борисовна.** Заместитель директора Медицинского центра Банка России. Окончила Российский государственный медицинский университет им. Н.И. Пирогова в 1986 году. Доктор медицинских наук. Автор более 30 работ и 2 монографий. Область научных интересов: медицинские технологические процессы, медицинские информационные системы, технология доказательной медицины.

**Яшина Любовь Петровна.** Главный эксперт Медицинского центра Банка России, кандидат биологических наук. Окончила Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова в 1980 году. Автор более 10 работ. Область научных интересов: медицинские технологические процессы, медицинские информационные системы, технология доказательной медицины.

**Молодченков Алексей Игоревич.** Инженер-исследователь лаборатории «Динамические интеллектуальные системы» Института системного анализа РАН. Окончил Университет города Переславля в 2005 году. Автор 14 работ. Область научных интересов: искусственный интеллект, методы представления знаний, экспертные и интеллектуальные системы, технологические процессы, обработка изображений.

**Назаренко Антон Герасимович.** Старший научный сотрудник НИИ Нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко. Окончил ММА им. И.М. Сеченова в 2000 году. Кандидат медицинских наук. Автор более 20 работ и 1 монографии. Область научных интересов: вертебрология, нейрохирургия, базы знаний, экспертные системы, искусственный интеллект, порталные технологии в клинической медицине.