

УДК 004.85

## ПАРАДИГМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЧАСТЬ 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОТРАСЛИ

А.С. Клещев<sup>1</sup>, М.Ю. Черняховская<sup>2</sup>, Е.А. Шалфеева<sup>3</sup>

Институт автоматизации и процессов управления РАН, Владивосток, Россия

<sup>1</sup>kleshev@iacp.dvo.ru, <sup>2</sup>chernyah@iacp.dvo.ru, <sup>3</sup>shalfev@iacp.dvo.ru

### Аннотация

Статья является второй в цикле статей, посвященных поиску путей преодоления проблем с практическим применением интеллектуальных программных систем. В ней проводится анализ эффекта от автоматизации интеллектуальной деятельности и типичных трудозатрат на нее, обсуждаются существующие парадигмы автоматизации интеллектуальной деятельности и предлагается новая парадигма автоматизации отрасли. В соответствии с этой парадигмой автоматизация встраивается в существующую организацию интеллектуальной деятельности в отрасли и поддерживает новые механизмы управления качеством, согласованные с существующими механизмами.

**Ключевые слова:** экспертная система, системная инженерия, программное обеспечение, базы знаний, трудозатраты на автоматизацию.

### Введение

Настоящая статья является продолжением статьи [1], посвященной анализу организации повседневной интеллектуальной деятельности и управления ее качеством, а также обсуждению возможностей автоматизации такой деятельности. В данной работе проводится анализ эффекта от автоматизации интеллектуальной деятельности и анализ типичных трудозатрат на нее, обсуждаются существующие парадигмы автоматизации интеллектуальной деятельности и предлагается новая парадигма автоматизации отрасли. Как и в первой статье цикла, примеры относятся к интеллектуальной деятельности в медицине.

### 1 Типичные трудозатраты на автоматизацию интеллектуальной деятельности

При автоматизации отдельной задачи принятия решений на основе знаний для одного профиля (раздела в предметной области) требуется разработать один решатель экспертной системы (ЭС) с пользовательским интерфейсом (ПИФ), обычно одну базу знаний (БЗ) и один редактор знаний для нее, а также подсистему оценивания БЗ. Современная система управления БЗ должна включать также АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки для модификации БЗ и подсистему модификации БЗ.

Типичные трудозатраты на автоматизацию интеллектуальной деятельности могут быть классифицированы как трудозатраты на системную инженерию [2, 3], на программное обеспечение и на базы знаний (включая управление ими) [4], а также на вспомогательные и организационные процессы, например, на процесс создания и сопровождения инфраструктуры (в том числе администрирование сетей).

**Трудозатраты на системную инженерию** складываются из:

- проведения системного анализа профессиональной деятельности в предметной области;

- концептуального проектирования системы автоматизации (рисунок 1), документирования требований на разработку системы;
- интеграции всех подсистем и БЗ в единую систему (т.е. комплексирования, верификации, валидации всей системы автоматизации и передачи ее в среду функционирования [2]);
- процессов комплексирования, верификации, технического обслуживания и других, традиционно относящихся к системной инженерии [2].

Все эти работы обычно выполняются организацией-разработчиком.

При рассмотрении затрат следует также иметь в виду, что функционирующая система состоит не только из программного обеспечения, необходимой аппаратуры, документации и информационных хранилищ (данных и знаний), но и людей – пользователей (специалистов, операторов, экспертов по знаниям) вместе с их процедурным контекстом [5]. Поэтому степень их участия в процессе эксплуатации системы тоже может рассматриваться как трудозатраты.

**Трудозатраты на программное обеспечение** состоят в разработке, а затем в сопровождении следующих видов программных средств (ПС):

- решатель (обычно с ПИФ);
- редактор знаний (с встроенным контролем внутренних свойств знаний);
- тренажер;
- подсистема документирования (со специализированными редакторами баз данных);
- АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки для модификации БЗ;
- подсистема модификации БЗ;
- подсистема оценивания БЗ.

В свою очередь разработка каждого из этих ПС складывается (согласно [6]) из трудозатрат на:

- анализ (уточнение) требований к ПС;
- проектирование его программной архитектуры (в том числе баз данных и других хранилищ информации);
- техническое проектирование ПС;
- реализацию и тестирование ПС;
- сборку ПС;
- квалификационные испытания ПС.

Работы по разработке ПС выполняются организацией–разработчиком.

Результатом концептуального проектирования системы автоматизации является модель системы, состоящей из подсистем, связанных информационными потоками друг с другом, с хранилищами информации и с внешним окружением. Пример такой модели для автоматизации медицинской деятельности представлен на рисунке 1.

На рисунке 1 показано, с какими частями (подсистемами) системы автоматизации взаимодействует специалист, решающий задачи, с какими – команда управления качеством БЗ (эксперты, ответственные за качество знаний), и с какими – команда управления деятельностью (руководители разных звеньев). *Программное обеспечение врача и медперсонала* представлено решателями (см. рисунок 2) и специализированными редакторами баз данных (для медицины – редактор истории болезни); *подсистема документооборота* (рисунок 1) - специализированными редакторами баз данных и, если необходимо, компонентами, генерирующими нужные отчеты по хранимым данным в этих базах; *ПС модификации БЗ и оценивания БЗ* состоит из двух компонентов (подсистема модификации БЗ, подсистема оценивания БЗ), второй из которых используется и как самостоятельный компонент для проверки варианта БЗ (как показано на рисунке 7 в [1]), создаваемого с помощью редактора знаний.

АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки имеет компонент для дополнения базы всех прецедентов новыми реальными случаями с верифицированными заключениями, компонент отбора прецедентов с неправильными решениями и прецедентов с точными решениями, а также компонент для облегчения эксперту проведения анализа неточных решений, их классификации и сохранения отобранных классов. На рисунке 1 (для упрощения схемы концептуальной архитектуры) не показан процесс повышения квалификации или обучения с использованием подсистемы «тренажер».

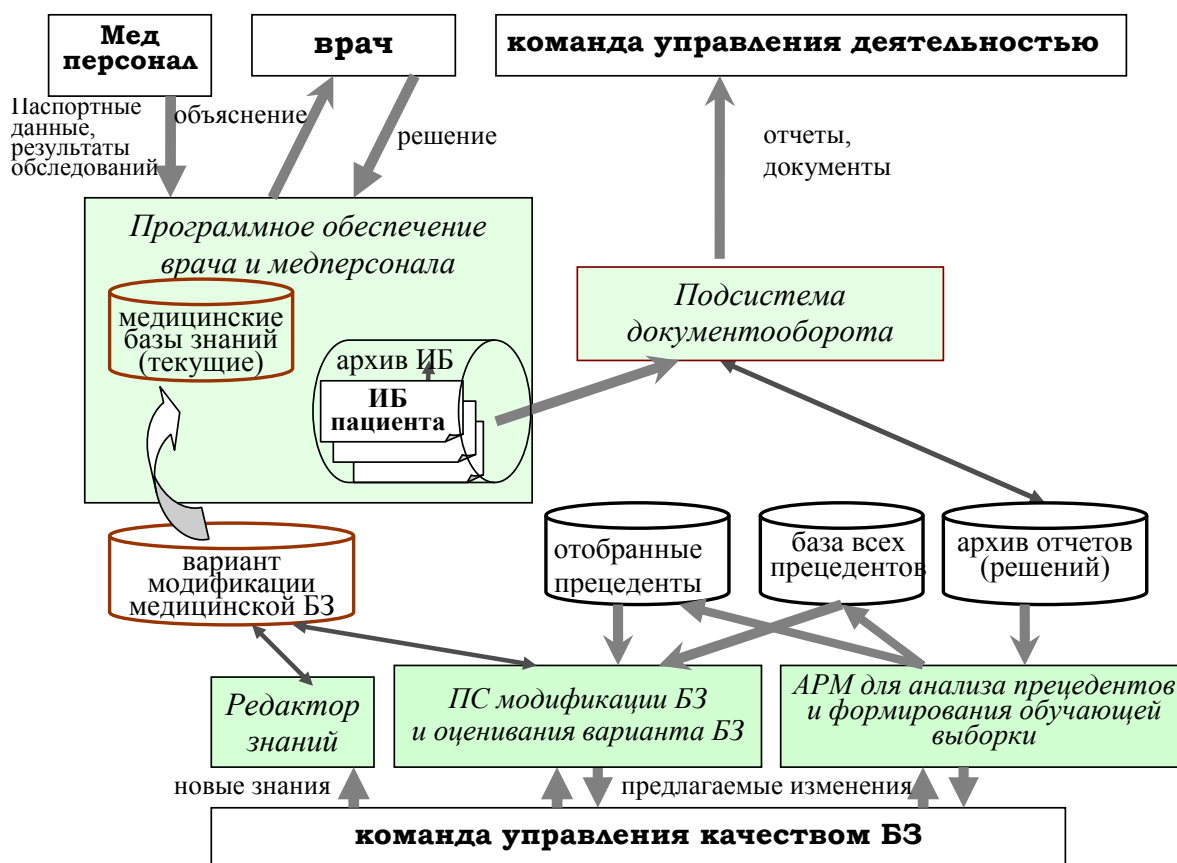


Рисунок 1 – Пример концептуальной архитектуры системы автоматизации в медицине

На этапе высокоуровневого проектирования любая подсистема из концептуальной архитектуры системы может являться обобщенной (т.е. быть системой взаимодействующих программных средств) [5]. Тогда потребуется сначала «подвергнуть» ее самой высокоуровневому проектированию (как на рисунке 2) с указанием всех необходимых ЭС для решения взаимосвязанных задач разных классов (например, задачи лечения, зависящей от результата решения задачи диагностики, задачи обследования, обращающейся к той же базе знаний, что используется диагностикой).

Построение одной или нескольких моделей такого уровня абстракции позволяет начать планирование работ по разработке программного обеспечения для специалистов, по разработке БЗ и БД, а также программного обеспечения для системы управления БЗ. Пример одной из таких моделей для системы (из рисунка 1) показан на рисунке 2. Здесь подсистема «программное обеспечение врача и медперсонала» рассматривается как совокупность подсистем-решателей, ориентированных на поддержку каждой интеллектуальной задачи, и редактора для ведения документации.

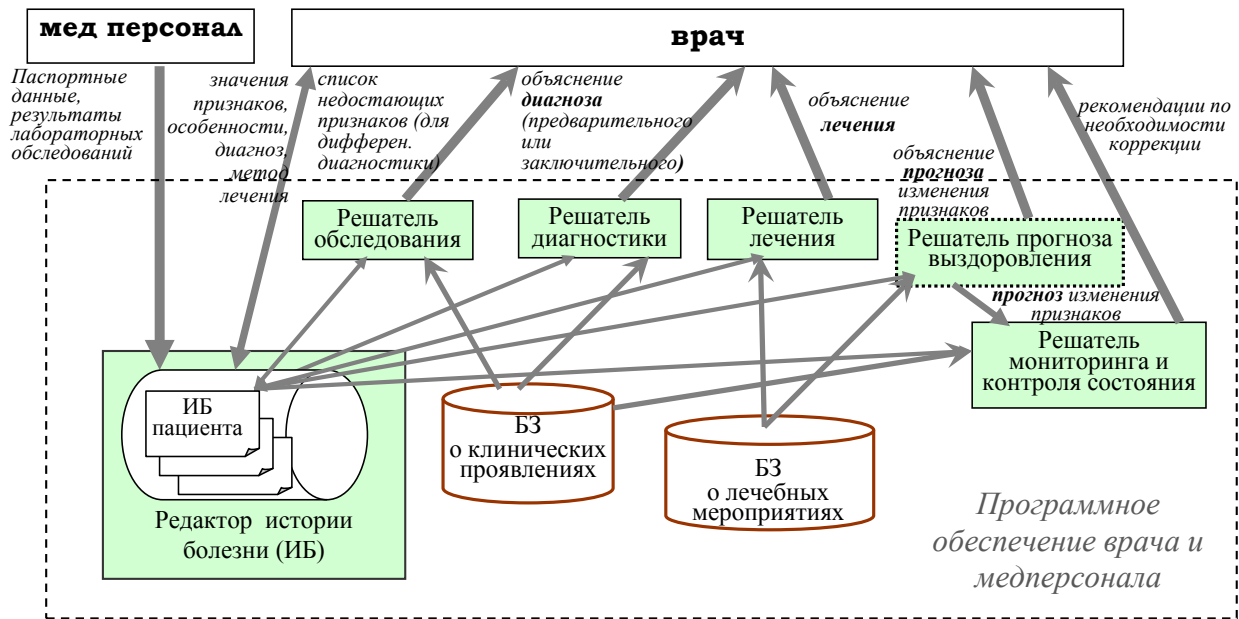


Рисунок 2 – Пример концептуальной архитектуры программного обеспечения врача и медперсонала

Рисунок 2 показывает, что при решении задач обследования, диагностики, лечения, мониторинга состояния пациента с помощью комплекса ЭС врач имеет возможность видеть объяснение, сформированное соответствующим решателем. Каждый решатель использует необходимые ему БЗ. Решатель диагностики формирует один (или несколько возможных диагнозов) и их объяснения. Врач может не согласиться ни с одним из них и поставить свой диагноз. Решатель лечения должен строить план лечения для каждого из сгенерированных возможных диагнозов и их объяснения. Решатель прогноза должен строить прогноз изменения значений множества признаков пациента, во-первых, для каждого построенного плана лечения, а во-вторых, для предложенного врачом лечения (которое может отличаться от предлагаемых системой) по отношению к каждому из сгенерированных возможных диагнозов. Информация от этого решателя (прогнозируемые системой изменения значений множества признаков пациента) непосредственно врачу не нужна (на рисунке 2 этот решатель обведен пунктиром). Эта информация необходима для осуществления мониторинга состояния пациента и для уточнения диагноза (по результатам наблюдений за динамикой соответствующих признаков пациента). Для ведения историй болезни (ИБ) пациентов предусмотрен специализированный их редактор. Подсистема-редактор доступна не только врачам, но и медперсоналу, который с решателями не работает, а занимается только вводом и редактированием данных о пациенте.

После завершения высокоуровневого проектирования всей системы каждое ПС разрабатывается последовательно от анализа требований к нему и проектирования его архитектуры до квалификационных испытаний.

Трудозатраты на сопровождение каждого ПС связаны с анализом, так называемых, запросов на изменения (обычно – «запросов пользователя» на «поправки, изменения, пропущенные функции, а также усовершенствования» [6]) и выполнением последовательности процессов для внесения изменений - от уточнения требований к ПС или от перепроектирования до квалификационных испытаний. Процесс сопровождения подразумевает также трудозатраты на проверку и приемку при сопровождении и на другие работы, реализуемые при модификациях ПС и соответствующей документации, вызванных потребностями в модернизации. Эти работы выполняются персоналом сопровождения [6].

**Трудозатраты на формирование базы знаний** складываются из затрат:

- на разработку первого варианта каждой БЗ (с помощью редакторов знаний и подсистемы оценивания варианта БЗ);
- на сопровождение и управление БЗ (с помощью редакторов знаний, АРМов, подсистемы формирования вариантов модификации БЗ и подсистемы оценивания БЗ).

Первичной разработкой БЗ занимаются эксперты. Они же занимаются их сопровождением и управлением ими, являясь пользователями системы управления качеством знаний в процессе всего периода эксплуатации системы.

Таким образом, автоматизация интеллектуальной деятельности (даже в рамках одного раздела предметной области) связана с типичным спектром трудозатрат на *системную инженерия* и разработку *программного обеспечения* [2, 6], а также с особого рода затратами на разработку *баз знаний*, поскольку их (БЗ) роль и способ организации отличаются от других хранилищ данных.

## 2 Парадигмы автоматизации интеллектуальной деятельности и ожидаемый эффект от их применения

*Целью автоматизации* интеллектуальной деятельности будем считать повышение качества этой деятельности, т.е. снижение доли неправильных решений, а также повышение эффективности системы управления качеством такой деятельности.

К настоящему времени можно отметить несколько парадигм автоматизации интеллектуальной деятельности, для каждой из которых укажем ожидаемые эффект и трудозатраты.

### 2.1 Автоматизация первичного звена

Эта парадигма состоит в разработке комплекса ЭС для взаимосвязанных задач всех классов, решаемых в первичном звене<sup>1</sup>[1]. Специалистам первичного звена предоставляется возможность взаимодействовать с решателями ЭС, а также вводить информацию с помощью специализированных редакторов. Экспертам предоставляются средства создания и управления БЗ. В случае интеграции всех этих подсистем, устанавливаемых на рабочих местах сотрудников, с подсистемой документооборота, руководителям предоставляется возможность знакомиться со всеми результатами работы специалистов и производить обработку этих результатов.

На рисунке 3 показана схема взаимосвязи элементов системы автоматизации первичного звена на примере медицинского звена – отделения больницы. Медперсонал и врачи заполняют ИБ для каждого пациента; врачи получают консультации ЭС; ЭС генерируют объяснения на основе ИБ и БЗ; состоянием БЗ управляет один или несколько экспертов; средства для управления знаниями обращаются к архивам всех известных в этом отделении решений задач; такие архивы накапливаются в процессе функционирования отделения на основе ИБ; сами истории контролируются завотделением, а также выборочно главврачом; оба типа руководителей обобщают и анализируют все случившиеся прецеденты посредством подсистемы документооборота.

Ожидаемый эффект от этой парадигмы состоит в получении преимуществ в повседневной деятельности и в совершенствовании знаний только специалистами одного первичного звена. В повседневной деятельности эти специалисты получают возможность использовать БЗ в качестве компьютерных справочников; специалистам доступен результат полного анализа всех входных данных каждой задачи на соответствие гипотезам.

<sup>1</sup> В медицине примером первичного звена может служить отделение больницы, а примером основного звена - больница.



Рисунок 3 – Схема автоматизации в медицине (в парадигме «первичного звена»)

Преимущества в управлении качеством знаний связаны с монотонным ростом *оценки качества баз знаний* [1], которые можно использовать на практике и в обучении.

Однако, когда речь идет о совершенствовании знаний специалистами одного первичного звена, следует иметь в виду, что оценка качества БЗ зависит от сложности задач, которые специалистам приходится решать в этом первичном звене. Если специалистам приходится решать чаще всего несложные задачи (например, в медицинском первичном звене - районной поликлинике), то БЗ будет адаптироваться к решению «типичных», распространенных задач. И, наоборот, в высокотехнологичном первичном звене БЗ будет адаптироваться к решению преимущественно сложных задач.

Чтобы специалисты первичного звена могли получить ожидаемый эффект, они должны «понести» и все необходимые затраты. Трудозатраты на автоматизацию отдельного первичного звена включают следующее.

- 1) *Все типичные затраты на программное обеспечение* (на разработку, тестирование и сопровождение), а именно:
  - решатели (и их ПИФ) - *n* штук (по числу разных интеллектуальных задач),
  - подсистему документирования – одну.
- 2) *Возможные затраты на тренажер*. Если первичное звено связано с процессом обучения или повышения квалификации, то понадобится разрабатывать тренажер, включающий в

себя  $n$  подсистем генерации и оценивания (чтобы генерировать для  $n$  задач, таких, как задачи обследования, диагностики, лечения, их решения и объяснения и производить сравнения решений студента с правильными решениями).

- 3) *Затраты на базы знаний* (разработку, оценивание и сопровождение), а именно:
- БЗ - приблизительно  $n$  штук (например, для решения задач обследования и диагностики нужны БЗ о клинических проявлениях заболеваний и нормальных значениях признаков – на два решателя понадобится одна БЗ);
  - редакторы знаний - приблизительно  $n$  штук (поскольку каждая БЗ имеет свою структуру, то число специализированных редакторов БЗ равно числу БЗ);
  - АРМ для анализа прецедентов и формирования обучающей выборки -  $n$  штук (поскольку каждая задача имеет свою структуру результата решения и объяснения, то для анализа прецедента, т.е. правильного решения задачи, и сопоставления его сгенерированному системой объяснению понадобится свой инструмент);
  - подсистему формирования вариантов модификации БЗ -  $n$  штук (поскольку по каждой задаче из прецедентов может быть сформирована обучающая выборка, то для генерации по ней вариантов модификации БЗ для этой задачи понадобится свой инструмент);
  - подсистему оценивания БЗ – по числу БЗ (при модификации каждой БЗ, не связанной с выборкой прецедентов, например, при внесении в БЗ новых научных результатов, требуется ее оценивание).

При этом требуется одна команда экспертов по знаниям для этой совокупности БЗ. Они занимаются и первичной разработкой БЗ и управлением ими в процессе всего периода эксплуатации системы. Для этого привлекаются дополнительные специалисты, поскольку у работающих в первичном звене специалистов нет свободного времени;

- 4) *Все затраты на системную инженерию* (включая администрирование локальной сети).

*Вывод:* такая автоматизация экономически не оправдана, т.к. затраты на разработку измеряются «десятками человеко-лет», затраты на сопровождение также чрезмерны по отношению к эффекту.

## 2.2 Автоматизация основного звена широкого профиля

Эта парадигма состоит в разработке ЭС для всех классов задач интеллектуальной деятельности, решаемых в основном звене (например, больницы, как основном звене отрасли). Специалистам каждого первичного звена, из которых «состоит» основное звено, предоставляется возможность взаимодействовать с совокупностью решателей ЭС, устанавливаемой на их рабочих местах, вводить информацию с помощью специализированных редакторов. Экспертам каждого первичного звена предоставляются средства создания и управления БЗ, также устанавливаемые на их рабочих местах. Руководителям обоих уровней предоставляется доступ к результатам работы специалистов и инструменты для обработки этих результатов.

На рисунке 4 показана схема взаимосвязи элементов системы автоматизации основного звена на примере медицинского звена – больницы. Медперсонал и врачи выполняют повседневную деятельность с помощью предоставленных им экземпляров компонентов интеллектуальной программно-информационной системы. Состоянием БЗ управляют эксперты всех профилей больницы. Работая с однотипными АРМами, эксперт каждого профиля «отвечает» за качество своей совокупности БЗ.

Ожидаемый эффект от этой парадигмы состоит в получении преимуществ в повседневной деятельности и в совершенствовании знаний (отмеченных в предыдущем пункте и подробно описанных в [1]) только специалистами одного учреждения. Если все задачи интеллектуальной деятельности в каждом первичном звене основного звена будут решаться с ис-

пользованием БЗ, оценки правильности и точности [1] которых выше, чем оценки знаний специалистов, то общий эффект станет заметен.



Рисунок 4 – Схема автоматизации в медицине (в парадигме «основного звена»)

Аналогично, когда речь идет о совершенствовании знаний специалистами основного звена, следует иметь в виду, что качество улучшаемых БЗ будет зависеть от сложности задач, которые специалистам приходится решать (в основном звене широкого профиля БЗ будут адаптироваться к решению «типичных», распространенных задач).

Для получения ожидаемого эффекта в рамках такого звена, оно должно «понести» и все необходимые затраты. Трудозатраты на автоматизацию для  $m$  профилей деятельности (основного звена) по сравнению с автоматизацией отдельного первичного звена несколько возрастают, а именно:

- на БЗ и системы управления ими – их  $n \times m$  штук;
- на интеграцию  $n$  решателей с подсистемой документооборота и подсистемами управления качеством  $n \times m$  БЗ (в рамках локальной сети учреждения).

При этом с каждым профилем (первичным звеном) связана своя команда управления качеством совокупности БЗ ( $m$  команд), каждая команда занимается первичной разработкой своей совокупности БЗ и управлением ею в процессе всего периода эксплуатации системы. Для этого привлекаются дополнительные специалисты, поскольку у работающих специалистов нет свободного времени.



*Вывод:* такая автоматизация экономически не оправдана. Затраты на разработку и на сопровождение (по сравнению с первичным звеном) становятся заметно больше, эффект остается таким же, как в первичном звене, только распространен на большее число специалистов (работающих во всех первичных звеньях основного звена).

### 2.3 Автоматизация узкоспециализированного высокотехнологичного звена

Эта парадигма состоит в разработке ЭС для всех классов задач интеллектуальной деятельности, решаемых в узкоспециализированном высокотехнологичном основном звене. Специалисты именно такого звена могут вносить в БЗ новые научные знания.

Ожидаемый эффект от этой парадигмы сводится к преимуществам в совершенствовании знаний специалистами. Преимущества в повседневной деятельности не будут заметны, поскольку качество повседневной работы специалистов здесь высокое.

Оценка качества БЗ, формируемых в узкоспециализированном высокотехнологичном основном звене, отличается от такой оценки в основном звене широкого профиля. В узкоспециализированном высокотехнологичном основном звене БЗ будут адаптироваться к решению преимущественно сложных задач.

Трудозатраты на автоматизацию аналогичны трудозатратам на автоматизацию интеллектуальной деятельности основного звена.

*Вывод:* такая автоматизация экономически не оправдана по тем же причинам, что и автоматизация основного звена широкого профиля.

### 2.4 Предпосылки к автоматизации отрасли

Внедрение ЭС на уровне отраслей пока не происходит, но предпосылки к этому уже существуют [7]. В доступных источниках сказано, что в сфере медицины реализуется по принципу облачных сервисов «интегрированная электронная медкарта» [8], предполагается, что такой облачный сервис «на уровне субъекта» «будет синхронизироваться с федеральным ресурсом», а техническую возможность ведения карт обещают обеспечить до конца 2013 г. [9]. Пишут также, что для научно-исследовательских учреждений и учебных медицинских учреждений на принципах сервисно-ориентированной архитектуры разрабатываются экспертные медицинские системы [10]. Однако информация о возможности и механизмах поддержки интеллектуальной деятельности всех специалистов с использованием БЗ, качество которых регулярно повышается, не известна.

Таким образом, опубликованные в прессе заявления показывают, что некоторые отрасли экономики готовы к «централизованной автоматизации», а коллективы разработчиков имеют в распоряжении подходящие технологии для попытки такой автоматизации [10].

## 3 Новая парадигма автоматизации интеллектуальной деятельности

Для повышения качества принятия ответственных решений специалистов важной для государства отрасли (такой, например, как здравоохранение) требуется такая система поддержки интеллектуальной деятельности, которая

- 1) дает возможность на местах (во всех основных звеньях отрасли) использовать при решении всех интеллектуальных задач самые современные и проверенные знания;
- 2) учитывает привычную терминологию и сложившиеся традиции работы специалистов, соответствующие современным стандартам ведения деятельности, потребность специалистов в качественной консультации;

- 3) позволяет лицам, ответственным за уровень знаний в отрасли, создавать стандарты знаний и управлять их качеством;
- 4) позволяет контролировать, является ли применение системы автоматизации повсеместным;
- 5) является «основой» для стандартизации качественного выполнения работ.

Эта новая парадигма - *автоматизация отрасли* в целом, т.е. разработка единой для отрасли «облачной» интеллектуальной программно-информационной системы для решения всех задач принятия решений на основе знаний, а также всех задач управления качеством знаний.

«Облачная» реализация системы означает, что на центральных серверах отрасли устанавливаются все решатели и все БЗ, подсистема документооборота и подсистема управления, тренажеры, а также единый архив решенных задач. Всем пользователям интеллектуальной программно-информационной системы на своих рабочих местах достаточно иметь доступ в Интернет. Специалисты из основных звеньев отрасли используют «облачные» ЭС, коллектив экспертов (команда управления качеством) каждого профиля управляет качеством БЗ посредством «облачно»-доступных инструментов (рисунок 5). Экспертами становятся специально выделенные высококвалифицированные специалисты, соответствующие по уровню квалификации узкоспециализированному высокотехнологичному звену (обеспечение качества БЗ по своему профилю - их основная работа). Управление деятельностью может осуществляться на любом уровне – звена, регионального отделения или всей отрасли.

Ожидаемый эффект от этой парадигмы состоит в получении всех ранее перечисленных преимуществ (в повседневной деятельности и в совершенствовании знаний) в каждом основном звене отрасли. Достижима наивысшая оценка качества БЗ, т.к. она определяется полным спектром решаемых в отрасли задач – от типичных до самых сложных. (Оценки правильности и точности единой БЗ выше, чем оценки знаний любых специалистов отрасли).

Трудозатраты на автоматизацию для всей отрасли (для  $m$  профилей деятельности в ней) близки к затратам на автоматизацию основного звена. Здесь ожидается такой же объем работ, как и при автоматизации основного звена (но выполняемый в одном «месте» вместо выполнения его во всех звеньях отрасли). Кроме этих затрат, естественно, будут и затраты на создание (и администрирование) общего вычислительного ресурса, объединяющего устройства хранения данных, серверы, сети передачи данных и т.д., на развертывание на центральных серверах отрасли нескольких решателей, БЗ, комплекса ПС для управления качеством знаний, других подсистем.

Заметное увеличение трудозатрат будет иметь место при организации распределенного хранилища отчетов, которое должно накапливать отчеты о задачах, решаемых во всех звеньях отрасли. Объем, структура и методы доступа к нему должны быть приспособлены к потенциально большой географически распределенной группе пользователей, должны иметь соответствующие средства защиты, поддержки целостности данных, их безопасности и оптимизации.

В этой парадигме становится реально осуществимым выделение высококвалифицированных экспертов (из узкоспециализированного высокотехнологичного звена), основной работой которых станет обеспечение качества БЗ по своему профилю.

При этом возможна поэтапная автоматизация. Например, в случае медицинской деятельности проводить автоматизацию можно поочередно - сначала для одного отдельно взятого профиля, затем для следующего и т.д.

*Вывод:* такая автоматизация экономически целесообразна, т.к. эффект ощущает вся отрасль, а затраты практически не увеличиваются по сравнению с парадигмой автоматизации

основного звена (а в случае поэтапной автоматизации – соизмеримы на каждом этапе с затратами на автоматизацию первичного звена).

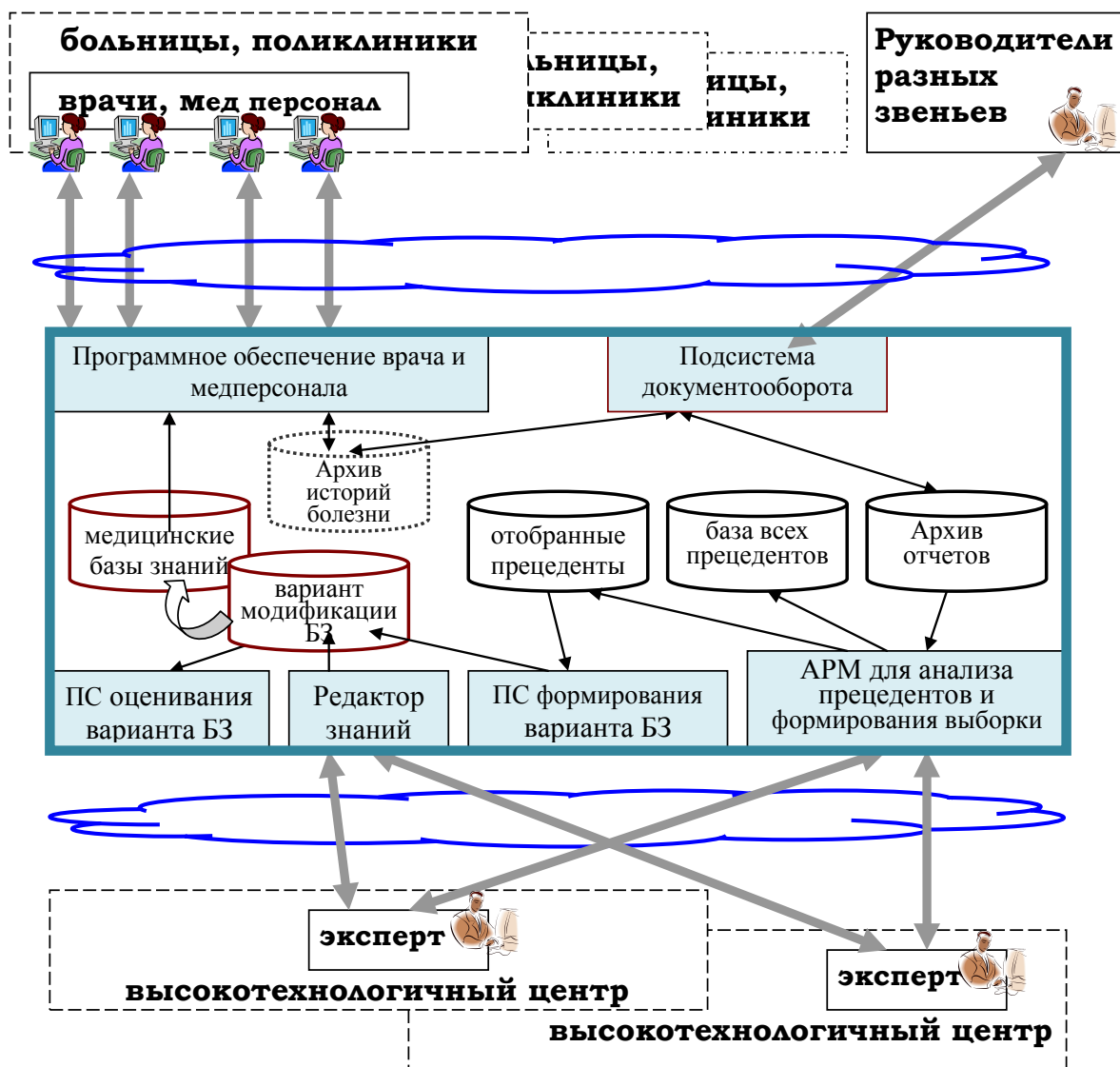


Рисунок 5 – Схема автоматизации в медицине (в «облачной» парадигме)

### Заключение

Таким образом, «отношение» затрат на получаемый специалистами эффект различно в разных парадигмах.

В первичном звене широкого профиля управление БЗ является непосильной задачей: все современные знания (в том числе наиболее современные знания, выявляемые научным сообществом) вряд ли могут быть внесены в БЗ экспертом или командой управления качеством первичного звена. Это «по силам» лишь высококвалифицированным экспертам высокотехнологичного узкоспециализированного первичного звена.

Так же велики затраты по отношению к ожидаемому эффекту при автоматизации основного звена. Внесение во все БЗ основного звена новых знаний, выявляемых научным сообществом, является непосильной задачей.

ществом, в каждом основном звене является непосильной задачей (особенно для основных звеньев широкого профиля). И затраты на сопровождение систем могут превысить возможности предприятия (т.к. интеграция требует много усилий).

Экономически целесообразной является, по сравнению с ними, парадигма автоматизации отрасли. Затраты на сопровождение программной части сводятся к сопровождению одной программно-информационной системы, используемой по всей отрасли (за счет облачной технологии). То же – с затратами на сопровождение БЗ, при этом возможность найти (и назначить) лучших экспертов ответственными за качество знаний на уровне отрасли становится реальной.

Новая парадигма встраивается в существующую организацию интеллектуальной деятельности и предлагает новые механизмы управления ей, согласованные с существующими в отрасли механизмами (пока осуществляемыми «вручную»). Такое более эффективное управление возможно только при внедрении единого комплекса ЭС и сопряженных с ними программ на уровне всей отрасли.

Это может привести к такому распределению ресурсов в отрасли: узкоспециализированные учреждения смогут стать не только местом принятия лучших решений, но и центром формирования стандарта знаний для отрасли.

### Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ № 11-07-00460 и ДВО РАН № 12-И-П15-03.

### Список источников

- [1] *Клещев, А.С.* Парадигма автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности. Часть 1. Особенности интеллектуальной профессиональной деятельности / А.С. Клещев, М.Ю. Черняховская, Е.А. Шалфеева // *Онтология проектирования*. 2013. №3(9). – С. 53-69.
- [2] *Гаврилова, Т.А.* Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: Учеб. пособие, 2-е изд./ Т.А. Гаврилова, Д.И. Муромцев. – СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издат. Дом С.-Петербург. гос. ун-та, 2008. – 488 с.
- [3] ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М.: Стандартинформ, 2005. – 57 с.
- [4] *Клещев, А.С.* Системный анализ при автоматизации интеллектуальной профессиональной деятельности / А.С. Клещев, Е.А. Шалфеева // XIII Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012 (16–20 октября 2012 г., Белгород, Россия). Труды конференции. Т.2. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. - С.128–135.
- [5] *Клещев, А.С.* Управление интеллектуальными системами / А.С. Клещев, В.В. Грибова // *Известия РАН. Теория и системы управления*. 2010. № 6. - С. 122-137.
- [6] *Pressman, R.S.* Software Engineering: Practitioner's Approach. Fifth edition. / R.S. Pressman. - McGraw-Hill Inc., 2001. - 860 p.
- [7] ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99. Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 76 с.
- [8] *Шеян, И.* «Ростелеком» завершил создание электронной регистратуры и интегрированной электронной медкарты / И. Шеян // *Computerworld Россия/MedIT*. 2012. <http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html> (Актуально на 30.06.2013).
- [9] Электронная медкарта пациента будет доступна любому врачу. Подробности от Минздрава. [http://www.cnews.ru/top/2013/03/13/elektronnaya\\_medkarta\\_pacienta\\_budet\\_dostupna\\_lyubomu\\_vrachu\\_podrobnosti\\_ot\\_minzdrava\\_522316](http://www.cnews.ru/top/2013/03/13/elektronnaya_medkarta_pacienta_budet_dostupna_lyubomu_vrachu_podrobnosti_ot_minzdrava_522316) (Актуально на 30.06.2013).
- [10] НПО РусБИТех. Единое информационное пространство в здравоохранении РФ. <http://www.myshared.ru/slide/96415/> (Актуально на 30.06.2013).

## THE PARADIGM OF AN INTELLECTUAL PROFESSIONAL ACTIVITY AUTOMATION. PART 2. AUTOMATION OF BRANCH

A.S. Kleshev<sup>1</sup>, M.Y. Chernyakhovskaya<sup>2</sup>, E.A. Shalfeeva<sup>3</sup>

*The Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS, Vladivostok, Russia*

<sup>1</sup>kleshev@iacp.dvo.ru, <sup>2</sup>chernyah@iacp.dvo.ru, <sup>3</sup>shalf@iacp.dvo.ru

### Abstract

This article is the second in the cycle of articles devoted to the search for ways of overcoming the problems with practical use of intellectual program systems. This study presents an analysis of the automation of intellectual activity effect and the average amount of man-hours spent on automation correspondence. The existing paradigms of automation of intellectual activity are discussed. The new domain-specific paradigm of automation is offered. In compliance with this paradigm, the automation is embedded to the existing organization of intellectual activity in the domain. Automation supports new mechanisms of quality control, consisting with ones, existing in the domain.

**Key words:** *expert system, system engineering, software, knowledge base, work on automation.*

### References

- [1] **Kleshhev A.S., Chernyakhovskaya E.A., Shalfeeva E.A.** Paradigma avtomatizatsii intellektual'noj professional'noj deyatel'nosti. CHast' 1. Osobennosti intellektual'noj professional'noj deyatel'nosti [Paradigm of intellectual professional activity automation. Part 1. Features of intellectual professional activity]. *Ontologiya proektirovaniya [Ontology of designing]*, 2013, no. 3(9), pp. 63-69. (In Russian)
- [2] **Gavrilova T.A.** Intellektual'nye tekhnologii v menedzhmente: instrumenty i sistemy [Intelligent Technologies in Management: Tools and systems], second edition. St. Petersburg: St. Petersburg State University publ., 2008, 488 p. (In Russian)
- [3] GOST R ISO / IEC 15288-2005 Informatsionnaya tekhnologiya. Sistemnaya inzheneriya. Protsessy zhiznennogo tsikla sistem [State standard 15288-2005. Information technology. Systems Engineering. Lifecycle processes]. Moscow: Standartinform publ., 2005, 57 p. (In Russian)
- [4] **Kleshhev A.S., Shalfeeva E.A.** Sistemnyj analiz pri avtomatizatsii intellektual'noj professional'noj deyatel'nosti [System analysis in the automation of professional intellectual activity]. *Proc. of KII-2012, vol.2.* Belgorod: BGTU publ., 2012, pp. 128–135. (In Russian)
- [5] **Kleshhev A.S., Gribova V.V.** Upravlenie intellektual'nymi sistemami [Intelligent systems management]. *Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya [Journal of RAS. Theory and Control systems]*, 2010, no. 6, pp. 122-137. (In Russian)
- [6] **Pressman R.S.** *Software Engineering: Practitioner's Approach.* Fifth edition. McGraw-Hill Inc., 2001, 860 p.
- [7] GOST R ISO / IEC 12207-99 Informatsionnaya tekhnologiya. Protsessy zhiznennogo tsikla programmnykh sredstv [State standard 12207-99. Information technology. Processes of the software life cycle]. Moscow: Izdatelstvo standartov publ., 2000, 76 p. (In Russian)
- [8] **Sheyan I.** «Rostelekom» zavershil sozдание ehlektronnoj registratury i integrirovannoj ehlektronnoj medkarty ["Rostelecom" has completed the creation of an electronic registry and integrated electronic medical records] *Computerworld Russia, MedIT*, 2012. <http://www.osp.ru/medit/2012/06/13015950.html> (accessed 30.06.2013).
- [9] Elektronnaya medkarta patsienta budet dostupna lyubomu vrachu. Podrobnosti ot Minzdrava [Electronic medical records will be available to any patient's doctor. Details from the Ministry of Health] [http://www.cnews.ru/top/2013/03/13/elektronnaya\\_medkarta\\_patsienta\\_budet\\_dostupna\\_lyubomu\\_vrachu\\_podrobnosti\\_ot\\_minzdrava\\_522316](http://www.cnews.ru/top/2013/03/13/elektronnaya_medkarta_patsienta_budet_dostupna_lyubomu_vrachu_podrobnosti_ot_minzdrava_522316) (accessed 30.06.2013).
- [10] NGO RusBITech. Edinoe informatsionnoe prostranstvo v zdravookhraneni RF [Common information space in healthcare RF]. <http://www.myshared.ru/slide/96415/> (accessed 30.06.2013).

## Сведения об авторах



**Клещев Александр Сергеевич**, 1940 г. рождения. Окончил математико-механический факультет Ленинградского государственного университета в 1964 г., д.ф.-м.н. (1990). Главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ. В списке научных трудов более 300 работ в области искусственного интеллекта (ИИ), информатики, медицинской и биологической кибернетики.

**Alexander Sergeevich Kleshev** (b. 1940) graduated from the Leningrad State University in 1964, Professor's degree (1990). He is Chief Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS. He is co-author of more than 300 publications in the fields of biological and medical cybernetics, informatics and AI.



**Черняховская Мари Юзефовна**. Окончила 1-ый Ленинградский медицинский институт им. акад. Павлова, доктор медицинских наук (1991). Главный научный сотрудник лаборатории интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН. Имеет более 200 научных работ, в том числе две монографии в области медицины, физиологии и применения методов ИИ в медицине.

**Mary Yuzefovna Chernyakhovskaya** graduated from the First Leningrad Medical Institute in 1957, Professor's degree (1991). She is Chief Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS. She is co-author of more than 200 publications in the fields of medicine, physiology and application of AI methods in medicine.



**Шалфеева Елена Арефьевна**, 1967 г. рождения. Окончила математический факультет Дальневосточного государственного университета (Владивосток) по специальности "прикладная математика" в 1989 г., к.т.н. (2000). Старший научный сотрудник лаборатории Интеллектуальных систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, доцент по специальности. В списке научных трудов более 70 работ в области программных моделей, систем и ИИ.

**Elena Arefyevna Shalfeeva** (b.1967) graduated from the Far Eastern State University (Vladivostok) in 1989, PhD (2000). She is Senior Researcher at lab. of intellectual systems in the Institute for Automation & Control Processes of the FEB RAS, lecture. She is co-author of more than 70 publications in the fields of Program models, systems and AI.