

УДК 681.3+616.2

«Разработка моделей beta-версии опытного образца коммерческого программного продукта для количественной оценки объема поражения при диссеминированных формах туберкулеза легких: концептуальных, структурных, алгоритмических, математических, информационных.»

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АОС – автоматизированная обучающая система,

ДПЛ – диссеминированное поражение легких,

КМДПО – комплекс медико-диагностического программного обеспечения,

КТ – компьютерная томография,

КО – количественная оценка,

ЛПР – лицо, принимающее решение,

ММ – математическая модель,

СИП – системный интеллектуальный подсказчик,

ПО – программное обеспечение.

Ключевые слова: модель, beta-версия, программный продукт, концептуальная модель, структурная модель, алгоритмическая модель, информационная модель, математическая модель, количественная оценка объема поражения при туберкулезе легких, диссеминированная форма поражения.

Цель исследования – разработка моделей beta-версии опытного образца коммерческого программного продукта для количественной оценки объема поражения легких при диссеминированных формах туберкулеза легких: концептуальных, структурных, алгоритмических, математических, информационных.

Результаты исследования: получен базовый пакет моделей (концептуальных, структурных, алгоритмических, математических, информационных) средств разработки beta-версии опытного образца коммерческого программного продукта для количественной оценки объема поражения легких при диссеминированных формах туберкулеза легких.

Разработка системы взаимодействия специализированного медико-диагностического коммерческого программного комплекса для количественной оценки объема поражения легких при диссеминированных формах туберкулеза легких с пользователями (врачи – профильные специалисты, пациенты и их семьи, администраторы от медицины, разработчики-программисты и системотехники, системные администраторы и администраторы баз данных и знаний и т.п.) через интернет требует соблюдения регулярной технологии проектирования. Эта технология включает в себя не только обязательные стадии и этапы традиционного (внутреннего) проектирования, но и системного (внешнего) проектирования. В его составе ключевую роль играет моделирование создаваемой системы.

Сложность задачи определена: структурной, алгоритмической, системотехнической, выбора и т.д. В этой связи самому надежному и результативному моделированию, а именно, математическому, потребовалось предпослать полуформализованные графические и даже вербальные формализмы.

В данной статье представлены материалы по части этой разработки: концептуальные, структурные, алгоритмические, информационные и математические модели, формализовано отражающие структуру и функции создаваемой системы.

Задача создания системы взаимодействия специализированного медико-диагностического программного комплекса с пользователем через интернет требует, прежде всего, программного обеспечения для количественной оценки поражения легких. Это необходимое условие

представляет собой не только медицинскую и информационную проблематику, но и системную ввиду сложности синдрома.

Синдром легочной диссеминации [1, 2, 9] сложен тем, что:

- клинико-рентгенологический симптомокомплекс включает все проявления легочной диссеминации, различные по этиологии и патогенезу с двусторонним поражением,
- рентгенологически различают мелкие (3-5 мм), средние (5-8 мм) и большие (8-10 мм) очаги уплотнения,
- содержит 20 этиологических групп и более 150 нозологических единиц,
- дифференциация затруднена, диагностические ошибки ~ (50-85)%.

В качестве достаточных условий целесообразно учесть два, а именно: систему оперативного информационного взаимодействия всех участников и систему информационно-интеллектуальной подсказки по проблемным ситуациям, которая может потребоваться врачам средней квалификации, студентам-медикам и пациенту с его семьей.

Каждое из этих условий требует своего формализованного описания, которое должно быть понятно не только разработчикам-системотехникам и программистам, но и продвинутым пользователям. Для этого нами предложены пакеты моделей – от вербальных через полужормализованные графические до математических.

3.2 Базовый пакет моделей

3.2.1 Вербальные модели: дефиниции и концептуальные модели

Органичимся тремя дефинициями:

- диссеминированные процессы в легких – это [1, 2, 9] сложный симптомокомплекс;
- beta-версия программного продукта – это [10] программа, которая может быть использована другими разработчиками ПО для испытания совместимости, может содержать ошибки, не является финальной версией и производитель не несет ответственности за ее использование;

- диалог – общение двух или более лиц путем обмена запросами и ответами.

В качестве примера приведем несколько концептуальных моделей, составленных по шаблону [11].

Пример 1. Базово-уровневая модель beta-версии программного продукта – это листинг с функциями отражения соответствующего алгоритма при хранении и участия в управлении компьютером при эксплуатации путем записи и ее считывания на основе компьютерно-лингвистических средств, направленными на решение релевантной задачи со свойствами воспроизводимости, массовости, ненулевой вероятности ошибок.

Пример 2. Пакет концептуальных моделей ответа/запроса

Общая концептуальная модель ответа

Ответ — это понятие информационного мира, сообщение, выполняющее функции: позиционирования, маршрутизации и информирования участников диалога путем задания системы координат по разрешению проблемной ситуации; указания самих координат начального, промежуточного и конечного состояний решения; организации цепочки: «навигация — информационные полуфабрикаты — информационный продукт»; а также предоставления релевантно-пертинентных данных по решению на основе диалогов в квадриксе «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации — язык», направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого развития квадрикса в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях со свойством продуктивности.

Базово-уровневая концептуальная модель ответа

Ответ — это понятие информационного мира, сообщение, представляющее интерес в современных социально-экономических и научно-технических условиях, выполняющее функции:

– позиционирования путем задания системы координат по разрешению проблемной ситуации и указания самих координат начального, промежуточного и конечного состояний решения;

– маршрутизации с указанием области поиска информации путем организации навигационной цепочки: «схема — маршрут — процедура — информационные полуфабрикаты — информационный продукт»;

– информирования с удовлетворением информационных интересов ЛПР путем предоставления релевантно-пертинентных данных (соответствующих запросу и информационной потребности ЛПР) на основе диалогов в квадриксе «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации в составе: бумажные носители (библиография литературных источников, библиография неопубликованных источников, фактографическая информация, нормативная документация, патентная информация, основная первичная информация); Интернет (каталоги, поисковые машины); естественный интеллект (эксперты, объекты живой и неживой природы: программные продукты, технологии, рецептуры) — язык», направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого развития квадрикса «ЛПР — объект — внешнее хранилище информации — язык» в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях с заданными свойствами.

Модификационная концептуальная модель ответа современной поисковой Интернет-системы {to is}

Ответ современной поисковой Интернет-системы — это понятие информационного мира, сообщение в виде сформированного поисковой системой списка найденных документов, выполняющего функции:

– позиционирования: указания области поиска информации путем учета признаков: количество вхождений ключевой фразы, расположение слов запроса в тексте документа, формы слов запроса, расстояние между словами запроса, относительная частота (отношение количества вхождений слов

запроса в документ к общему количеству слов в документе), популярность найденной страницы, ссылочный вес документа (индекс цитирования);

– маршрутизации: указания источника информации путем выдачи названия, текстовой информации со словами запроса и адреса для каждого найденного документа из списка;

– информирования: удовлетворения информационных интересов ЛПР путем предоставления списка документов, перечисленных, как правило, в порядке убывания релевантности;

– на основе: структуры квадрикса «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации — язык»; пользовательского интерфейса — средств и правил взаимодействия пользователя с поисковой системой, реализованных в виде веб-страниц; механизма поиска — программного алгоритма обработки запроса посредством поиска в индексной базе данных; индексной базы данных — основного информационного ресурса поисковой системы, обеспечивающего хранение и поиск адресов ресурсов Интернета; работа — специального программного компонента поисковой машины, служащего для просмотра ресурсов Интернета при оперативном обновлении индексной базы данных, направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого развития квадрикса «ЛПР — объект — внешнее хранилище информации — язык» в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях с заданными свойствами.

Общая концептуальная модель запроса

Запрос — это понятие информационного мира, сообщение, выполняющее функции выражения информационной потребности ЛПР и ее формулировки путем прямой адресации и/или задания ключевых слов и/или позиционирования информационно-интеллектуальных ресурсов на основе диалогов в структуре квадрикса «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации — язык», направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого

развития квадрикса в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях.

Базово-уровневая концептуальная модель запроса

Запрос — это понятие информационного мира, сообщение, в современных социально-экономических и научно-технических условиях выполняющее функции выражения информационной потребности ЛПР путем:

- указания темы деятельности;
- детализации цепочки «лозунги — проблематика — проблема — объект — глобальные цели — локальные цели — задачи — функции» и ее формулировки путем:
 - прямой адресации: обращения к конкретной области теоретических и/или эмпирических знаний;
 - задания ключевых слов: л-местных списков из слов темы, наиболее полно отражающих область знаний (проблему);
 - позиционирования информационно-интеллектуальных ресурсов: указания области поиска информации;
 - на основе: диалогов в структуре квадрикса «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации — язык», направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого развития квадрикса в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях.

Модификационная концептуальная модель запроса к современной поисковой Интернет-системе

Запрос к современной поисковой Интернет-системе — это сообщение, выполняющее функции выражения информационной потребности ЛПР путем:

- указания темы деятельности,
- детализации цепочки «лозунги — проблематика — проблема — объект — глобальные цели — локальные цели — задачи — функции» и ее формулировки путем прямой адресации: обращения к конкретной области

теоретических и/или эмпирических знаний; задания ключевых слов в составе информационно-поискового тезауруса; позиционирования информационно-интеллектуальных ресурсов: введения «сложного поиска» с расширенным запросом (выбор меню «Сложный поиск» или «Расширенный поиск» на любом поисковом сервере) на основе диалогов в структуре квадрикса «объект проблемной ситуации — ЛПР — внешнее хранилище информации — язык», пользовательского интерфейса — средств и правил взаимодействия пользователя с поисковой системой, реализованных в виде веб-страниц, механизма поиска — программного алгоритма обработки запроса посредством поиска в индексной базе данных, индексной базы данных — основного информационного ресурса поисковой системы, обеспечивающего хранение и поиск адресов ресурсов Интернета, работа — специального программного компонента поисковой машины, который служит для просмотра ресурсов Интернета при оперативном обновлении индексной базы данных, направленные на разрешение проблемной ситуации в интересующем ЛПР объекте с целью устойчивого развития квадрикса «ЛПР — объект — внешнее хранилище информации — язык» в благоприятных и выживания в неблагоприятных условиях.

Пояснения к концептуальным моделям

Схема — системная подсказка стратегического уровня, направленная на понимание проблемы, определяющая последовательность выполнения основных этапов и сами этапы деятельности руководителя (координатора задач) при ответе на вопрос: «Зачем делать?».

Маршрут — системная подсказка тактического уровня, определяющая порядок следования этапов и сами этапы деятельности ответственного исполнителя при ответе на вопрос: «Что делать?».

Процедура — системная подсказка технологического уровня, определяющая последовательность действий конечного исполнителя при ответе на вопрос: «Как делать?».

Информационный полупродукт — потенциальный источник ответа для ЛПР, документ, текст.

Информационный продукт — фрагмент текста (совокупность слов, цифр), содержащий прямой ответ для ЛПР.

Квадрикс — структура, состоящая из четырех элементов.

Тезаурус — семантическая сеть терминов.

3.2.2 Полуформализованные графические модели.

3.2.2.1 Структурные и структурно-технологические модели.

На рис. 1 приведена обобщенная модель системы количественной оценки (КО) диссеминированного поражения легких (ДПЛ).

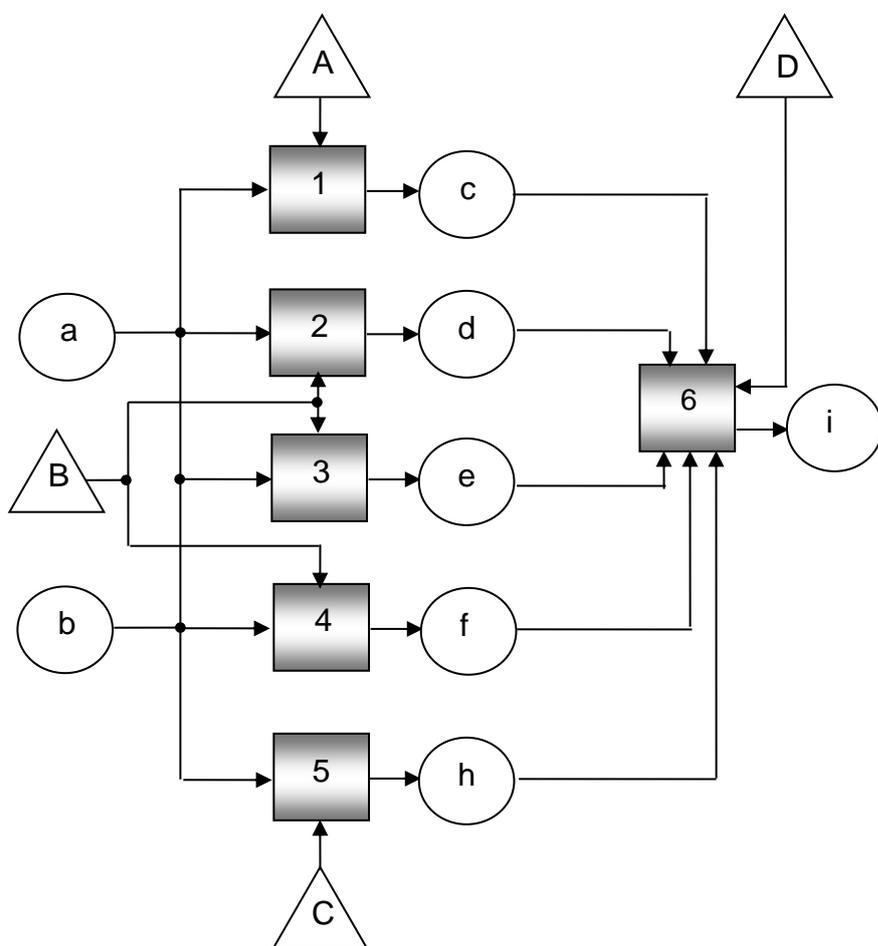


Рис. 1 Структурно-технологическая модель КО ДПЛ

(потоки информации – О: а – задание на КО ДПЛ, b – пакет сканов (срезов) после компьютерной томографии (КТ) пациента, c – КО1 ДПЛ, d – КО2 ДПЛ, e – КО3 ДПЛ, f – КО4 ДПЛ, h – КО5 ДПЛ, i – КО6 ДПЛ,

рабочие места и процедуры – □: 1 – рабочее место естественного интеллекта рентгенолога, 2 – с ПО: MeVisLab (среда визуального программирования) + ААВТ (алгоритм анализа данных разработки кафедры вычислительной техники УрФУ), 3 – с ПО: MeVisLab + ААВТ + 3D (алгоритм объемной визуализации), 4 – с ПО: MeVisLab + ААВТ + 3D + IC.IDO (алгоритм виртуальной реальности), 5 – патологоанатомического вскрытия, 6 – сравнения (компарации);
 субъекты – △ : А – рентгенолог, В – оператор, С – патологоанатом, D - аналитик).

Выделено 5 структурных элементов. На рабочем месте 1 рентгенолог работает с пакетом срезов легких с КТ, опираясь на свою компетенцию, ситуацию, когнитивный потенциал. Эта деятельность слабо формализована, близка к искусству. На рабочем месте 2, оснащенный компьютером, оператор использует возможности отдельных модулей ПО MeVisLab и алгоритма ААВТ для выявления зон внимания, т.е. тех участков легких, где есть подозрения на патологию. На рабочем месте 3 оператор имеет возможность работать уже с псевдо 3D-моделью легких. На рабочем месте 4 оператор получает возможность анализировать стерео 3D-модель, тем самым имея возможность наиболее полного приближения к оригиналу. Естественно, наиболее адекватную картину ДПЛ дает патологоанатом на рабочем месте 5. Рабочее место 6 предназначено аналитику.

На рис. 2 приведена модель комплекса медико-диагностического программного обеспечения (КМДПО).

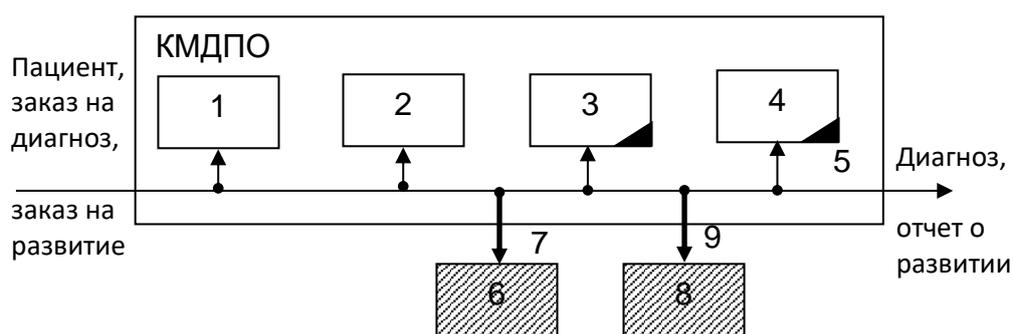


Рис.2 Системно-структурная модель комплекса медико-диагностического программного обеспечения (КМДПО) по компилятивному прототипу и предлагаемому решению: уголки, штриховка

(системы программного обеспечения: 1 – томографа, 2 – хранения данных, 3 – MeVisLab, 4 – ААВТ, 6 – коммутирующего интерфейса, 8 – тестирования, 5,7, 9 – логистических каналов).

Нами предложены гипотезы о предполагаемом решении и уточненные задачи.

Гипотеза 1 – целесообразно введение в структуру ПО компилятивного прототипа систем коммутирующего интерфейса и тестирования.

Гипотеза 2 – целесообразно развитие системы ПО MeVisLab за счет разработки дополнительных блоков.

Гипотеза 3 – целесообразно развитие системы ПО ААВТ за счет модернизации алгоритма.

Основной задачей (З) разработки в рамках темы договора является создание пакета алгоритмов количественного подсчета и визуализации модели диссеминированного туберкулеза, учитывая как подвешенные в объеме легких узлы, так и субплевральные.

В свою очередь основная задача делиться на локальные:

- моделирование (Z_1);
- проектирование моделируемых модулей и/или подсистем, что включает в себя выбор среды разработки и создание пользовательского интерфейса (Z_2);
- инженерная реализация ПО в виде листинга с написанием руководства пользователя (Z_3);

что в рамках кортежного формализма соответствует виду:

$$Z = \langle Z_1, Z_2, Z_3; R \rangle, \quad (1)$$

где R – матрица связи.

На рис. 3 показана структурно-технологическая модель получения объемного изображения патологии.

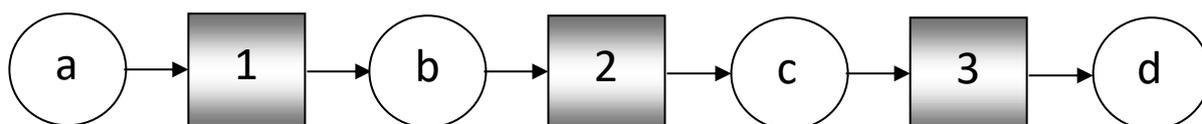


Рис. 3 Технологическая схема получения 3D-товарного продукта (О – информация: a – состояние пациента, b – сканы с томографа, c – псевдо 3D-полуфабрикат, d – стерео 3D-товарный продукт, □ - средства реализации технологии обработки информации: 1 – томограф со встроенным компьютером, 2 – MeVisLab + ААВТ, 3 – средства IC.IDO).

Назначение схемы – получение продукта (с) не только для врачей, но и для непрофессионалов (больной и его семья, студенты медицинских вузов и т.п.) в виде предельно наглядного и эффектного коммерческого (d), т.е. стереоизображения. Желательно, чтобы это изображение можно было просматривать с помощью бытового 3D-телевизионного монитора или с использованием активных очков.

На рис. 4 показана системно-структурная модель интерфейса б (рис.2).

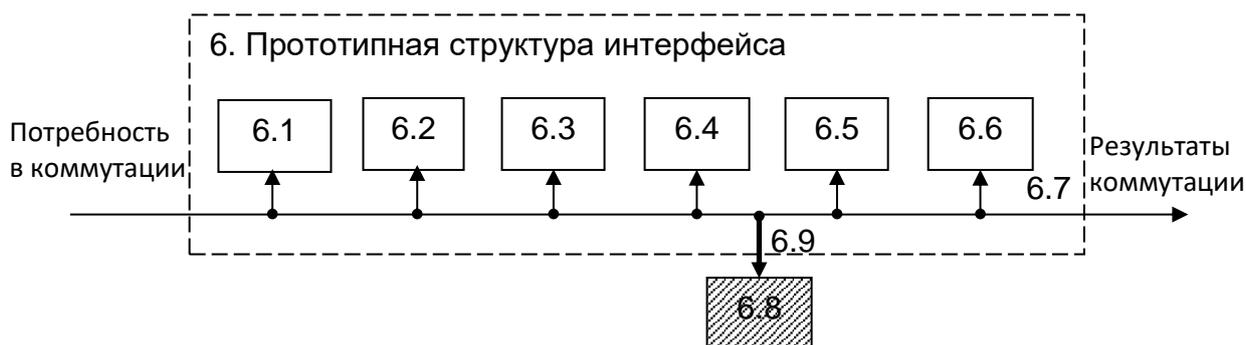


Рис.4 Пример системно-структурной модели интерфейса (коммутатора модулей ПО).

(6.1 – ниспадающее меню, 6.2 – строка состояния, 6.3 – строка подсказки, 6.4 – рабочее поле, 6.5 – линейка прокрутки, 6.6 – линейка координат, 6.8 – средство модификации и настройки, 6.7, 6.9 – каналы связи).

Мы предлагаем использовать три типа блоков:

- с входящими и исходящими потоками;
- только с входящими потоками;
- только с исходящими потоками.

Первый тип - самый распространенный, так как применяется в теле алгоритма. Второй нужен обычно в начале алгоритма для подгрузки данных. Третий тип - на последних этапах работы алгоритма, когда уже есть конкретный результат, готовый для вывода количественной оценки получившейся модели, и её трехмерная или двумерная визуализация.

Количество выходящих потоков, если такие возможны, не ограничено, количество исходящих потоков может быть либо в единственном варианте, либо во множественном. Второй случай используется в основном, когда необходимо «склеивать» определенные этапы работы либо при избавлении

от избыточности моделей путем вычитания ненужных областей или избавления от шумов.

На рис. 5 приведена модель средства 8 (рис. 2) тестирования beta-версии ПО.

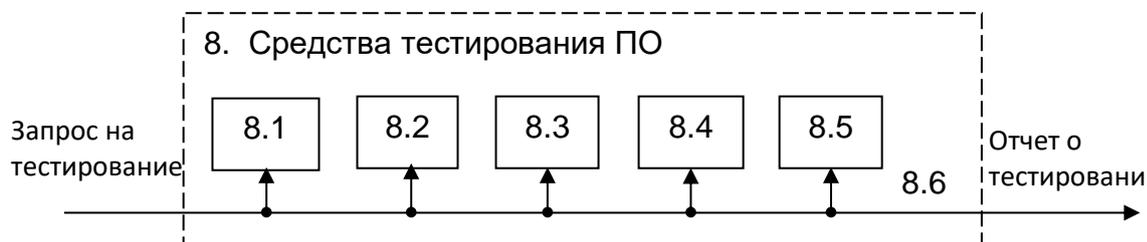


Рис. 5 Системно-структурная модель средства тестирования ПО

(блоки: 8.1 – обнаружения и локализации ошибок, 8.2 – фиксирования и отслеживания ошибок, 8.3 – проверки соответствия документации ПО стандартам и функциям, 8.4 – автоматизации тестирования, 8.5 – оценки производительности ПО).

При этом в рамках блоков 8.1 и 8.2 реализуется 4 вида тестирования:

- функциональное,
- регрессионное (отслеживание последствий изменений в ПО),
- нагрузочное (зависимость скорости работы ПО от нагрузки),
- безопасности (защиты информации).

На рис. 6 приведена структурно-технологическая модель приобретения знаний для проектирования интеллектуального системного подсказчика (СИП) по ДПЛ.

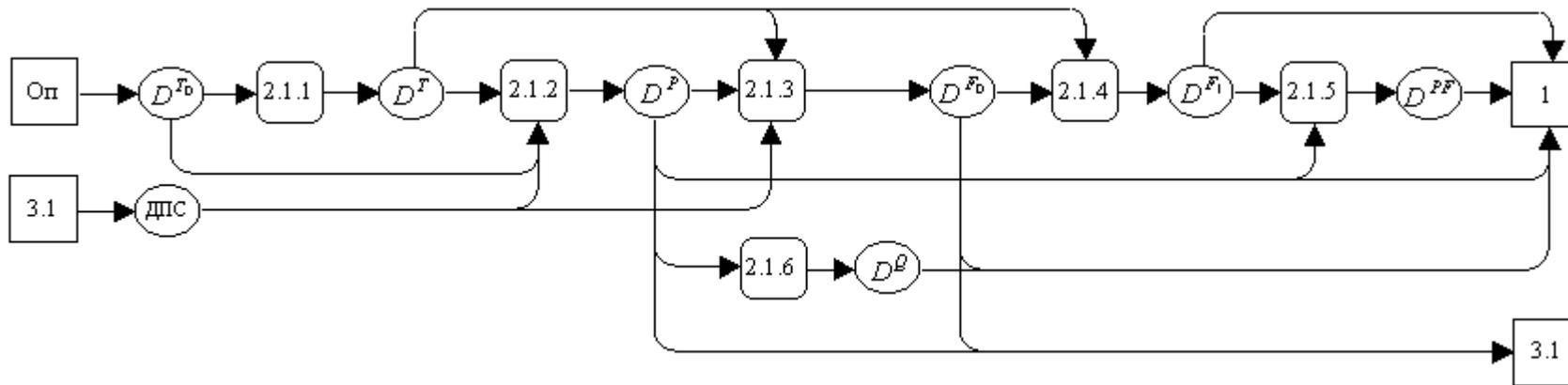


Рис. 6 Структурно-технологическая модель приобретения знаний с помощью СИП

(источники и приемники информации (квадраты): 1 – СЗ; 3.1 – память состояний; Оп - оператор; обрабатывающие элементы (квадраты со скругленными углами): 2.1.1 – узел начальной обработки текстов; 2.1.2 – узел машинного понимания текстов; 2.1.3 – адресатор семантических структур; 2.1.4 – сборщик (гипер-)текстов, наполняющих элементы информационной базы; 2.1.5 – сборщик информационной базы; 2.1.6 – генератор структуры для расширения запросов; сырье, промежуточные и конечные продукты (эллипсы): D^{T_0} - исходный текст (документ), вводимый оператором; D^T - результаты начальной обработки документа; D^P - результаты машинного понимания документа; D^{F_0} - дуплексные семантические структуры (ДСС), наполняющие вершины и / или дуги информационной базы; D^{F_1} - (гипер-)тексты, наполняющие вершины и / или дуги информационной базы; D^{PF} - собранная информационная база с наполняющими (гипер-)текстами; D^Q - структура для расширения будущих запросов; ДПС – данные из памяти состояний)

На рис. 7 показана структурно-технологическая модель ситуационного управления разрешением проблемной ситуации при диагностике ДПЛ.

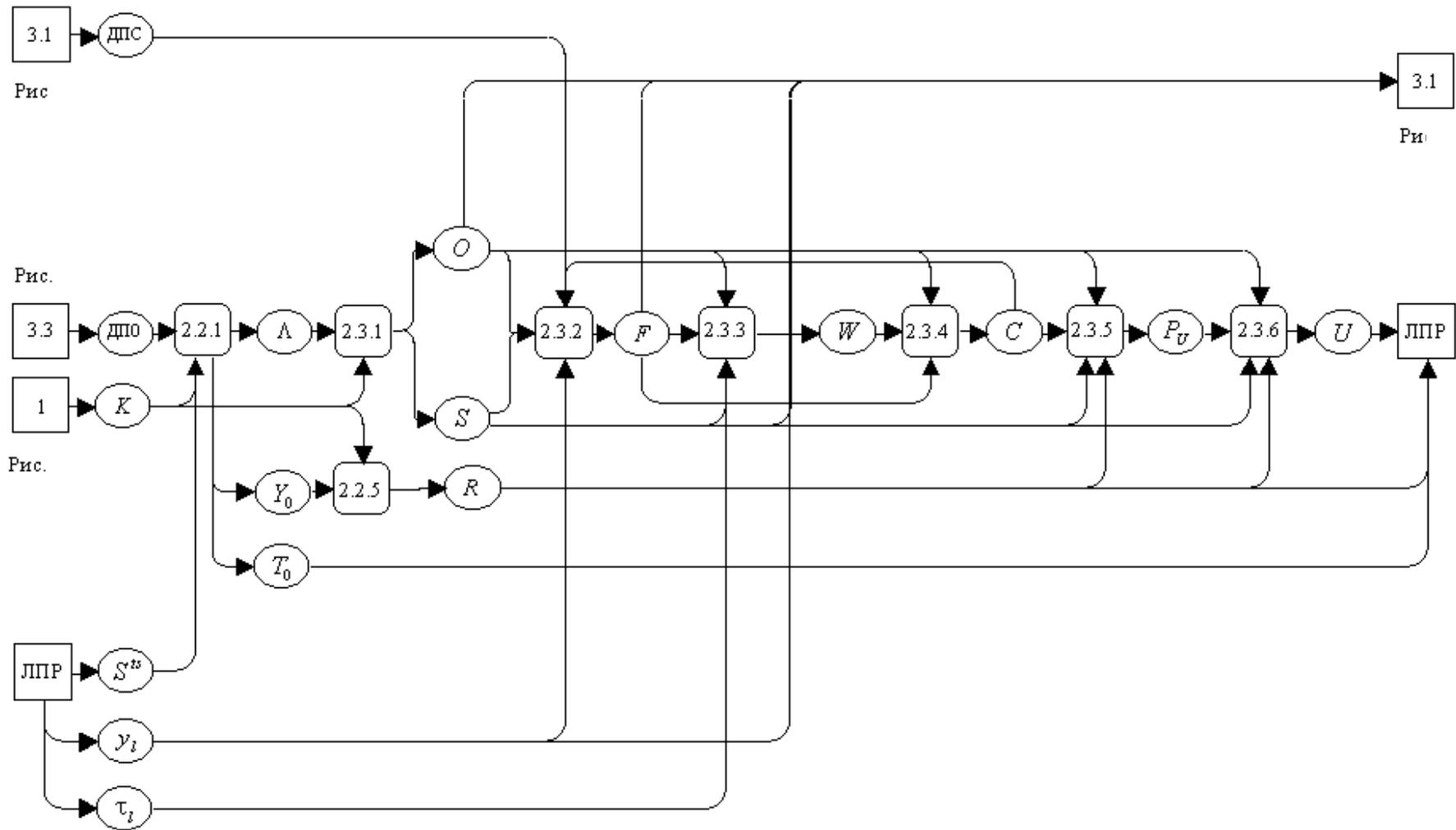


Рис. 7 Структурно-технологическая модель ситуационного управления с помощью СИП

(источники и приемники информации (квадраты): 1 – СЗ; 3.1 – память состояний; 3.3 – память отчетов; ЛПР – ЛПР; обрабатывающие элементы (квадраты со скругленными углами): 2.2.1 – узел контроля знаний ЛПР в рабочем режиме; 2.2.5 – узел мониторинга и диспетчеризации; 2.3.1 – оценщик ситуации; 2.3.2 – настройщик на ситуацию; 2.3.3 – узел целеполагания; 2.3.4 – анализатор противоречий «Объект – цель»; 2.3.5 – узел выбора процедуры воздействия на ЛПР; 2.3.6 – узел воздействия на ЛПР; сырье,

промежуточные и конечные продукты (эллипсы): K - знания об объекте (из $C3$); S^{ts} - терминологическая система ЛПР; y_l (при различных l) – содержательные параметры [20,37], характеризующие качество объекта; τ_l - порог для y_l (удовлетворительному качеству объекта соответствуют неравенства $y_l \geq \tau_l$ при всевозможных l); Λ - знания ЛПР об объекте, выявленные с помощью СУЗ СИП; O и S - единые информационные параметры, соответственно, для объекта и знаний ЛПР о нем; F - совокупность зависимостей O и S от пары (O, S) на предшествующем шаге диалога «Объект – ЛПР – СИП», а также параметров y_l от O ; W - целевое множество в пространстве переменных O, S ; C - выявленные противоречия состояния объекта с целью; P_U - выбранная процедура воздействия на ЛПР; U - воздействие на ЛПР; T_0 - тест, формируемый узлом контроля знаний ЛПР в рабочем режиме; R - рекомендация для ЛПР с визуальным представлением ситуации; Y_0 - санкция на выдачу рекомендации R и данные для выдачи R от узла контроля знаний ЛПР в рабочем режиме; ДПС и ДПО – данные, соответственно, из памяти состояний и отчетов)

На рис. 8 приведена структурно-технологическая модель обслуживания естественно-языковых запросов к ПО.

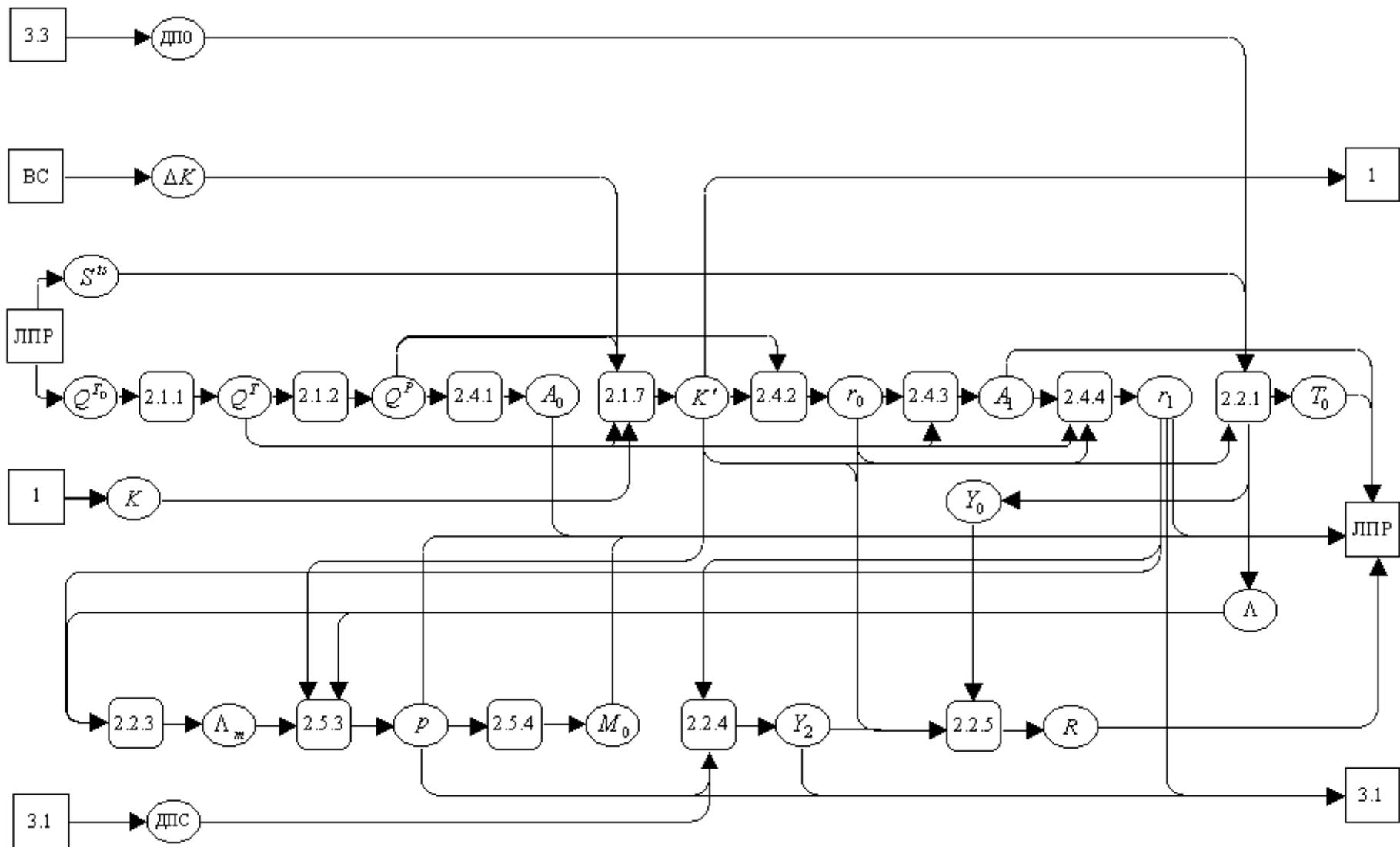


Рис. 8 Структурно-технологическая модель обслуживания естественно-языковых запросов с помощью СИП (соответствует функционированию системы обнаружения знаний с элементами АОС)

(источники и приемники информации (квадраты): 1 – СЗ; 3.1 – память состояний; 3.3 – память отчетов; ВС - внешняя среда (например, Интернет); ЛПР - ЛПР; обрабатывающие элементы (квадраты со скругленными углами): 2.1.1 – узел начальной обработки текстов; 2.1.2 – узел машинного понимания текстов; 2.1.7 – узел авторазвития СЗ; 2.2.1 – узел контроля знаний ЛПР в рабочем режиме; 2.2.3 – узел прогнозирования прироста знаний ЛПР; 2.2.4 – узел сопоставления релевантной и пертинентной частей информационной базы; 2.2.5 – узел мониторингования и диспетчеризации; 2.4.1 – генератор фактографического ответа; 2.4.2 – определитель релевантных семантических структур; 2.4.3 – генератор прямого текстового ответа; 2.4.4 – определитель релевантной части информационной базы; 2.5.3 – указатель ожидаемой пертинентной части информационной базы; 2.5.4 – маршрутизатор разрешения ситуации; сырье, промежуточные и конечные продукты (эллипсы): Q^{T_0} - исходный текст запроса; Q^T - результаты начальной обработки запроса; Q^P - результаты машинного понимания запроса; A_0 - фактографический ответ; r_0 - релевантные ДСС; A_1 - прямой текстовый ответ; r_1 - релевантная часть информационной базы; Λ - знания ЛПР об объекте (в виде семантической сети), выявленные с помощью теста; p - ожидаемая пертинентная часть информационной базы; M_0 - рекомендуемый маршрут разрешения проблемной ситуации в рабочем режиме; R - рекомендация для ЛПР с визуальным представлением ситуации; Y_0 и Y_2 - санкции на выдачу рекомендации R и данные для выдачи R , соответственно, от узлов 2.2.1 и 2.2.4; S^{ts} - терминологическая система ЛПР; K и K' - знания из СЗ, соответственно, до и после авторазвития; ΔK - знания, обеспечивающие авторазвитие СЗ; T_0 - тест, формируемый узлом контроля знаний ЛПР в рабочем режиме; Λ_m - знания ЛПР об объекте (в виде семантической сети), ожидаемые после просмотра им текущего (с порядковым номером m) элемента информационной базы; ДПС и ДПО – данные, соответственно, из памяти состояний и отчетов)

На рис. 9 (а и б) приведена структура диалога всех заинтересованных лиц по проблеме ДПЛ.

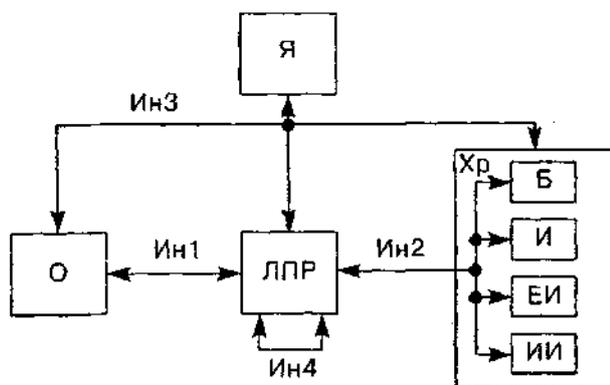


Рис. 9а Структура диалогов по разрешению проблемных ситуаций

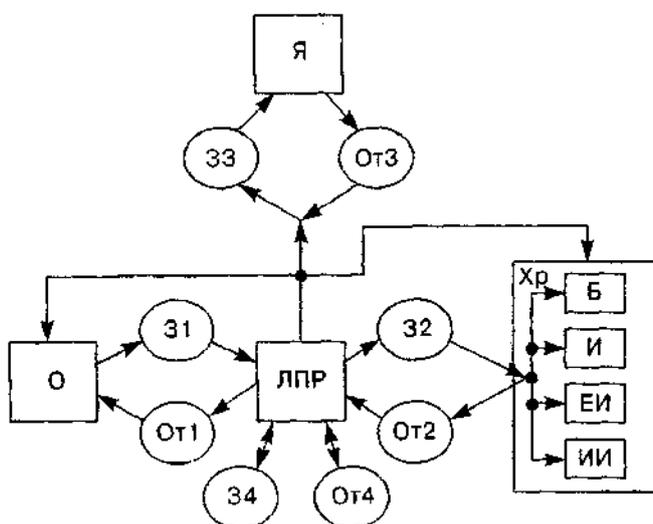


Рис. 9б Структура диалогов по разрешению проблемных ситуаций на объекте (О) с использованием внешних хранилищ информации (Хр) в составе:
 Б — бумажные носители, И — Интернет, ЕИ — естественный интеллект эксперта, учителя и т.п., ИИ — искусственный интеллект, ЛПР — лицо, принимающее решение, З — запрос, От — ответ, Я — язык, Ин — интерфейс.

На рис. 10 отражена структура системы, основанной на знаниях (СОЗ).

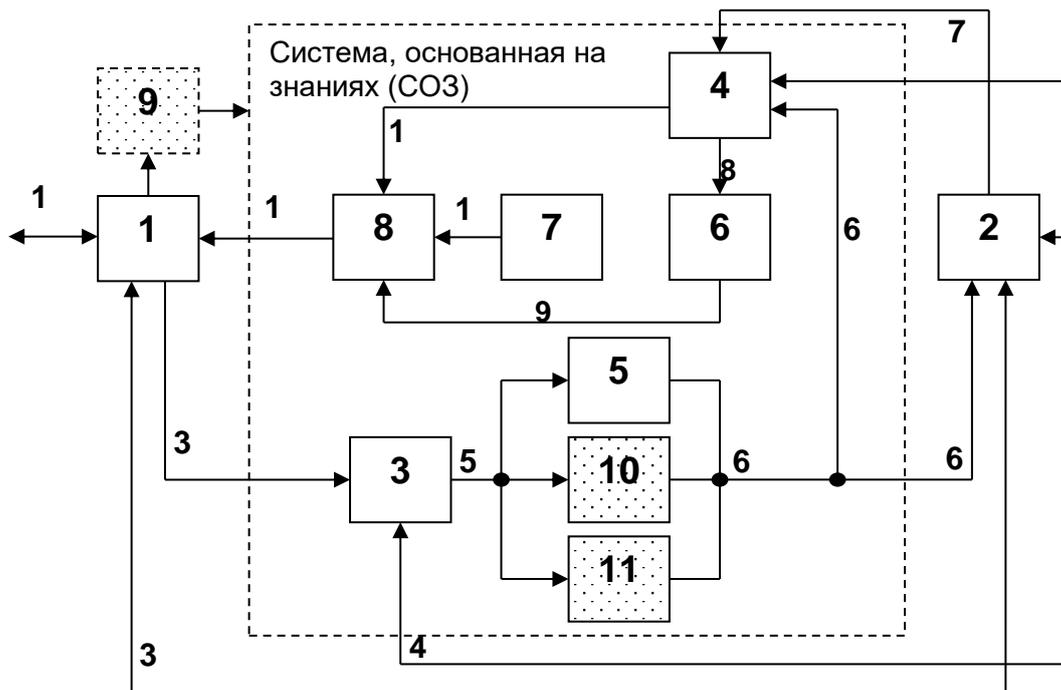


Рис. 10 Структура СОЗ (предлагаемое решение – фон; подсистемы: 1 - подсистема "люди", 2 - подсистема "источники информации" (raw information), 3 - подсистема "технологии" (technology): 4 - подсистема "хранилище знаний" (actionable knowledge), 5 - подсистема управления жизненным циклом системы (managing the cycle of information), 6 - подсистема анализа (analyzing the activity between people, content and communities to discover their relationships), 7 - подсистема мониторинга (tracking both written down content, expertise (human experience) and the activity of both), 8 - подсистема ответов; Связи: 1 - запрос/ответ, 2 - запрос' / ответ', 3 - запрос" / ответ", 4 - запрос''' / ответ''', 5 - запрос'''' / ответ''''', 6-12 – команды, новые системы, внешние по отношению к СОЗ: 9 - система позиционирования коммуникационных технологий в поле деятельности организации; Новые подсистемы: 10 - подсистема позиционирования заинтересованных лиц в информационное поле деятельности организации, 11 - подсистема позиционирования информационных ресурсов/знаний в информационное поле деятельности организации).

3.2.2.2 Алгоритмические модели на языке блок-схем

На рис. 11 приведен алгоритм функционирования структуры КМДПО.

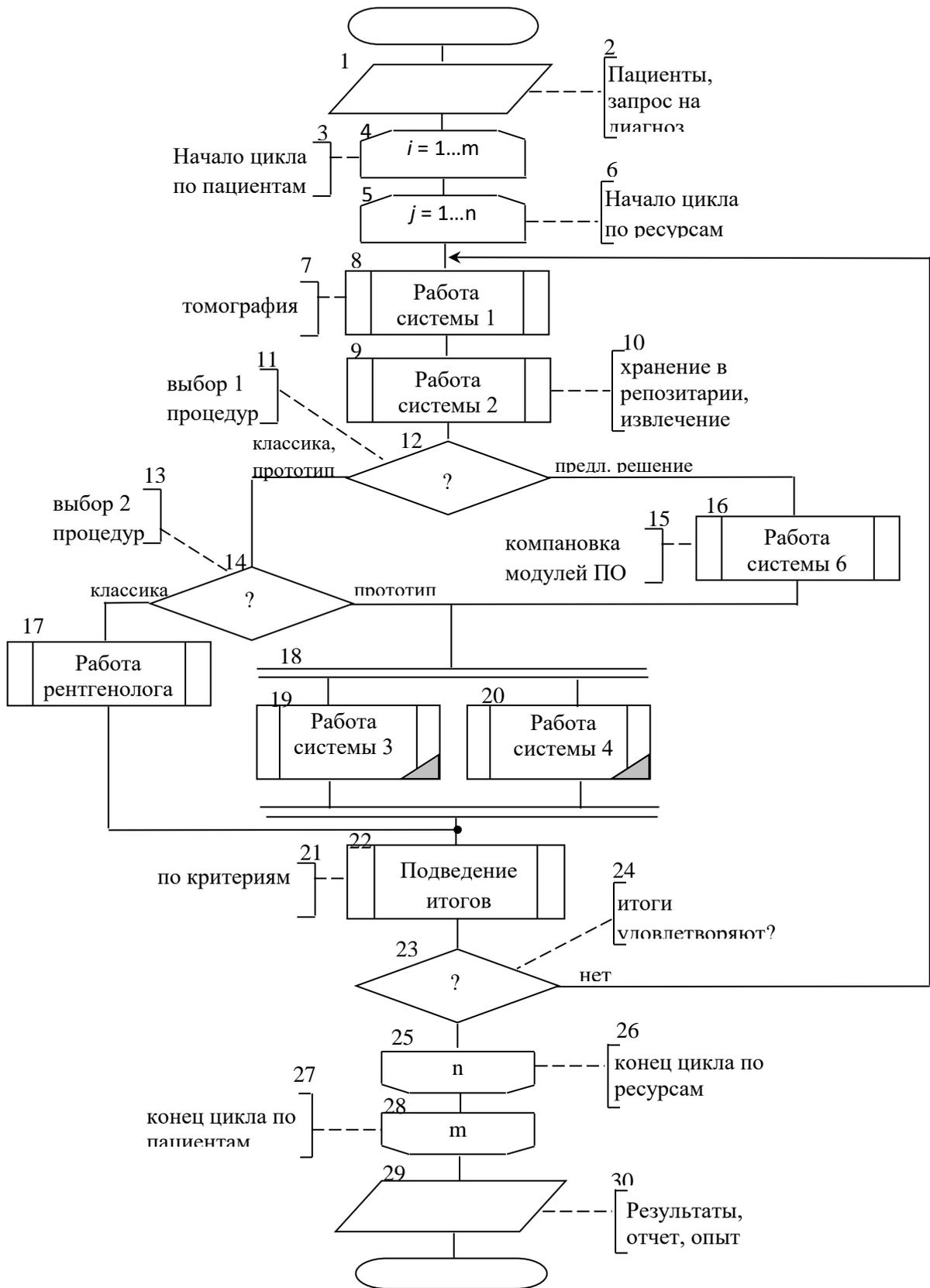


Рис. 11 Алгоритм функционирования КМДПО

На рис. 12÷14 приведены детализированные алгоритмические модели работы beta-версии ПО.

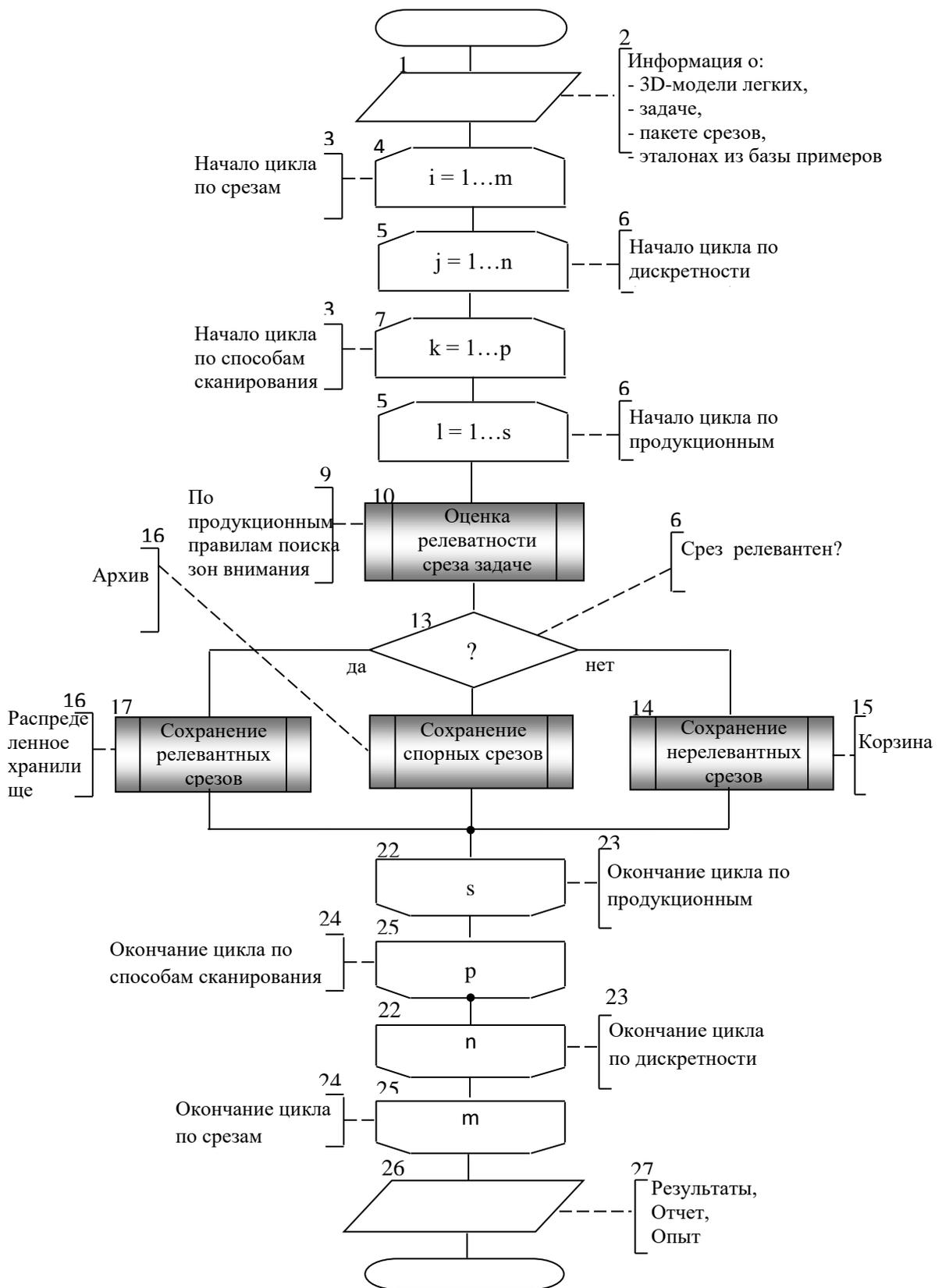


Рис. 12 Алгоритм сортировки срезов (предварительная оценка диагностической ситуации)

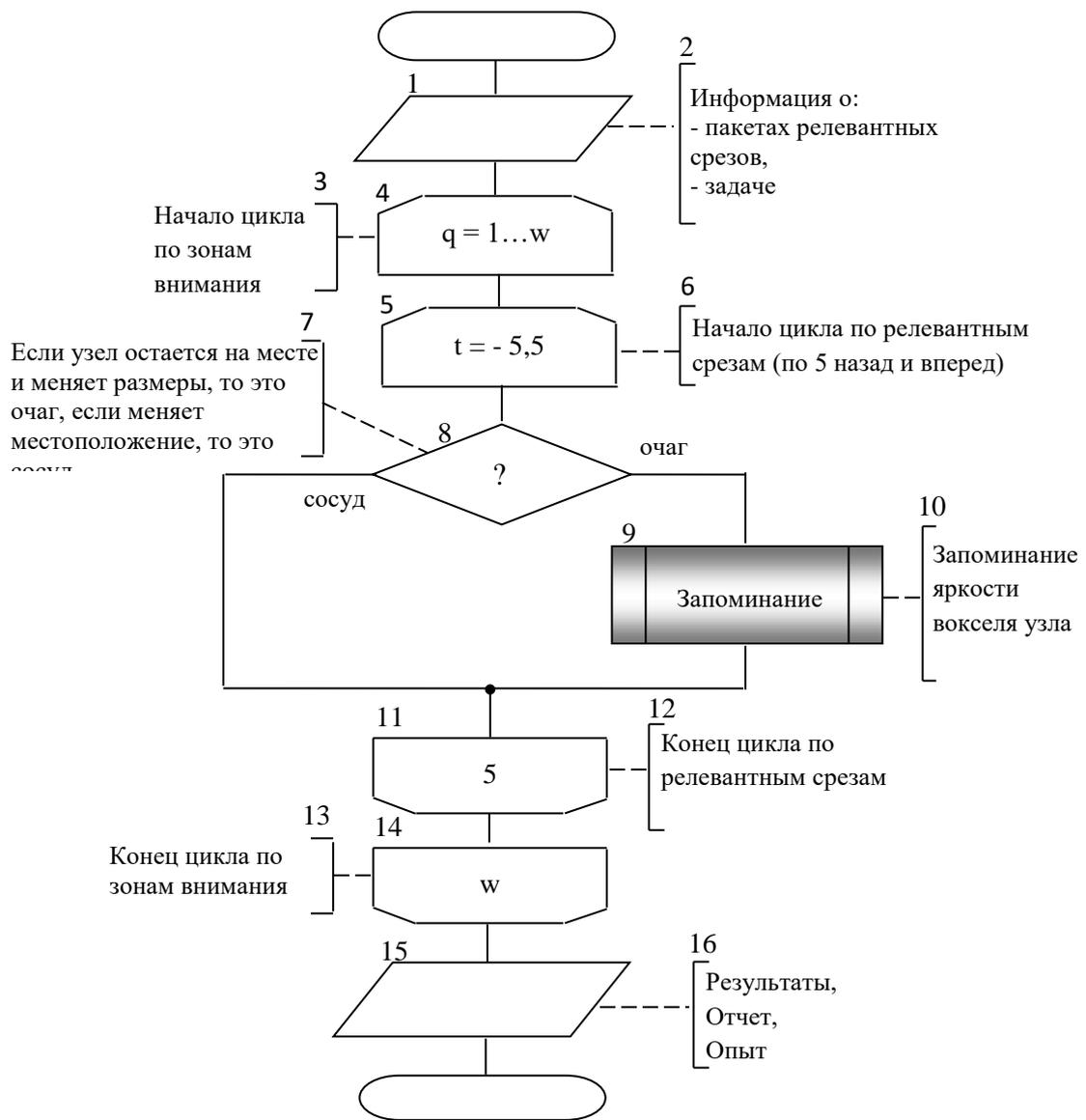


Рис. 13 Алгоритм ручного поиска узлов для предварительной оценки яркости вокселей диссеминаций

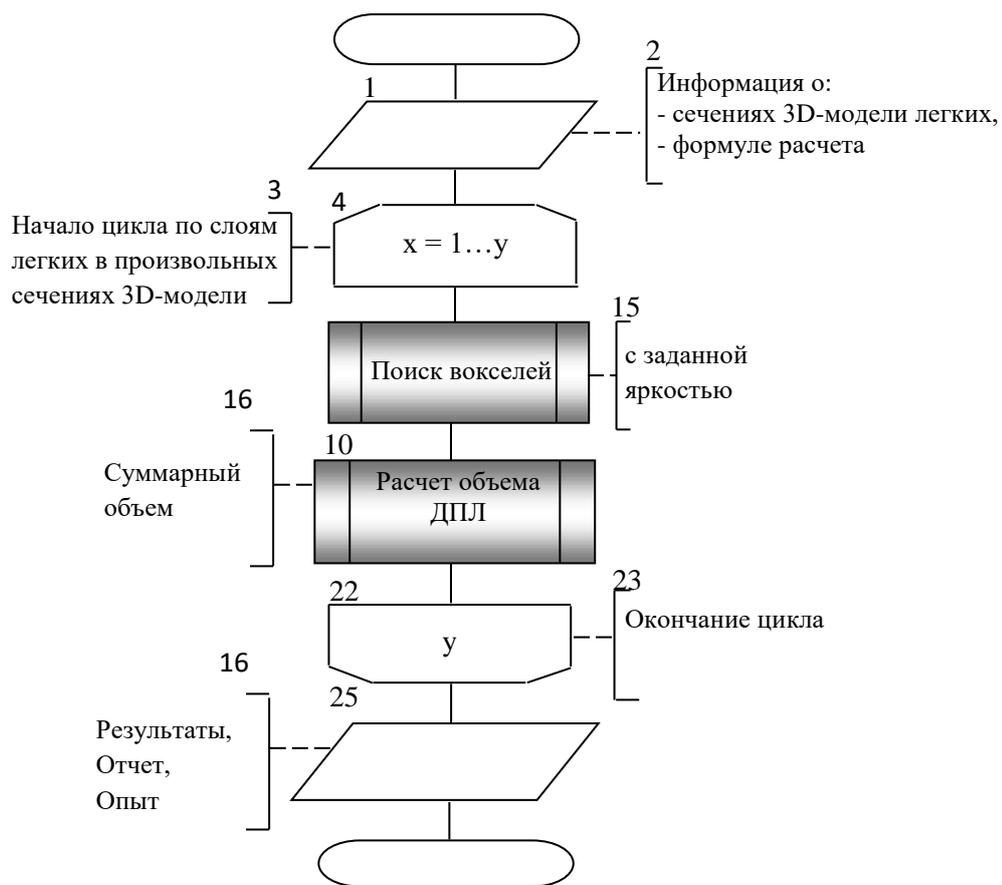


Рис. 14 Алгоритм автоматизированного поиска узлов патологии и КО ДПЛ

На рис. 15 приведен алгоритм тестирования ПО.

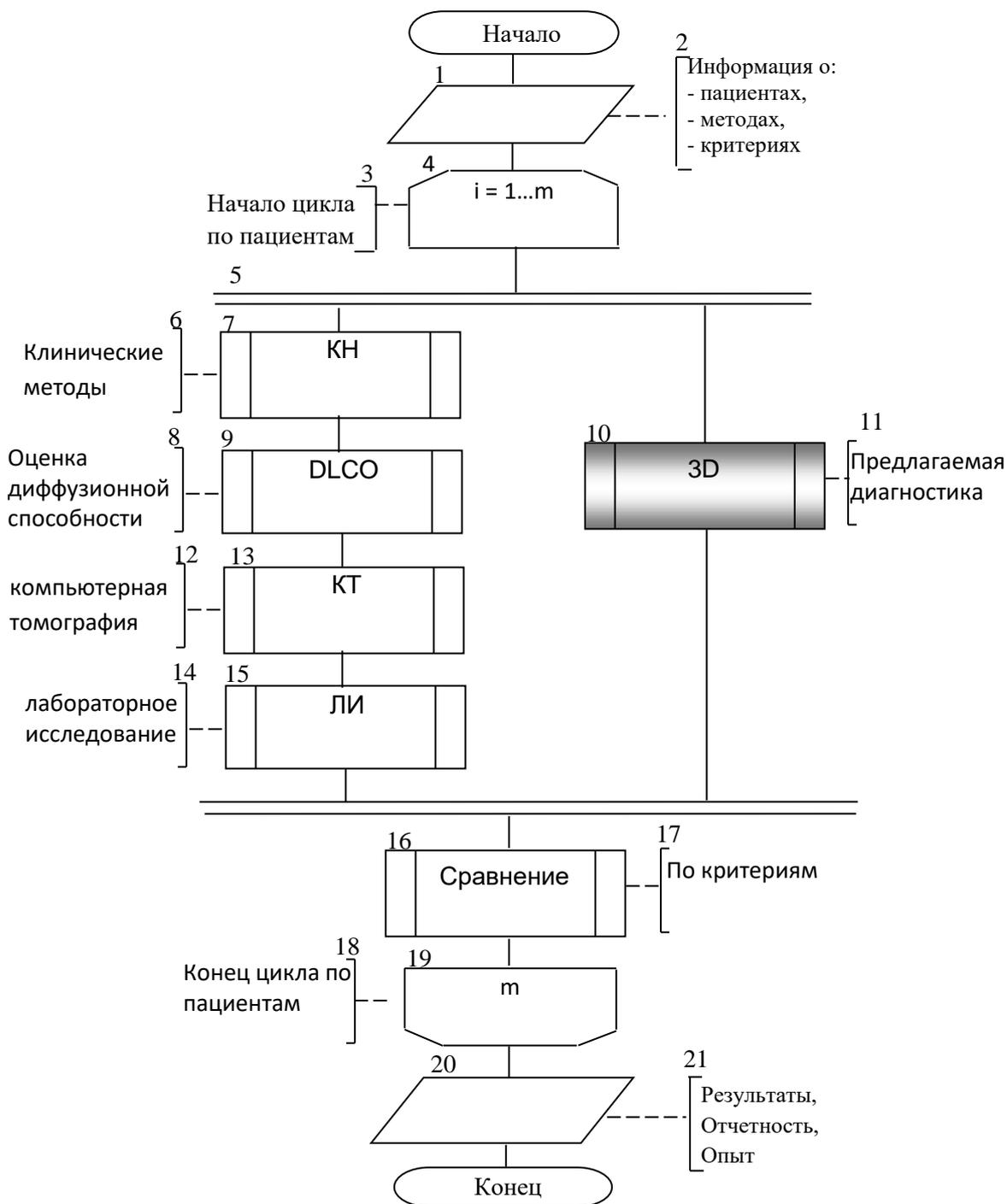


Рис. 15 Алгоритм тестирования 3D ПО

На рис. 16 дан алгоритм подсчета объема поражения легких.



Рис. 16 Алгоритм функции подсчета объема поражения.

На рис. 17 приведен алгоритм функционирования системы, основанной на знаниях, необходимой в составе системного интеллектуального подсказчика по проблеме ДПЛ.

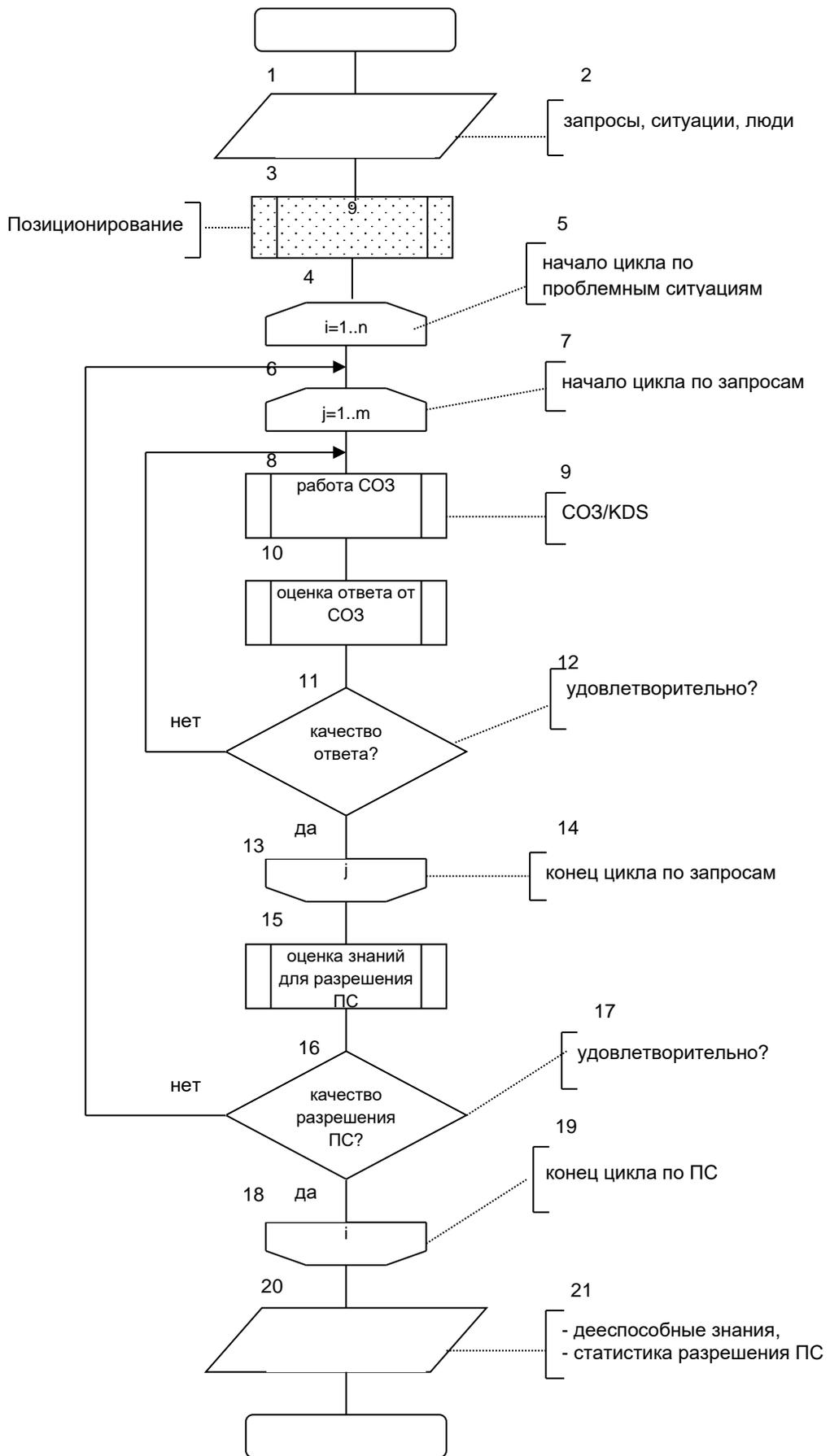


Рис. 17 Обобщенный алгоритм функционирования CO3 (предлагаемое решение)

3.2.2.3 Информационные модели.

В качестве примеров на рис. 18 (а, б, с) представлен фрагмент иерархии ПО MeVisLab.

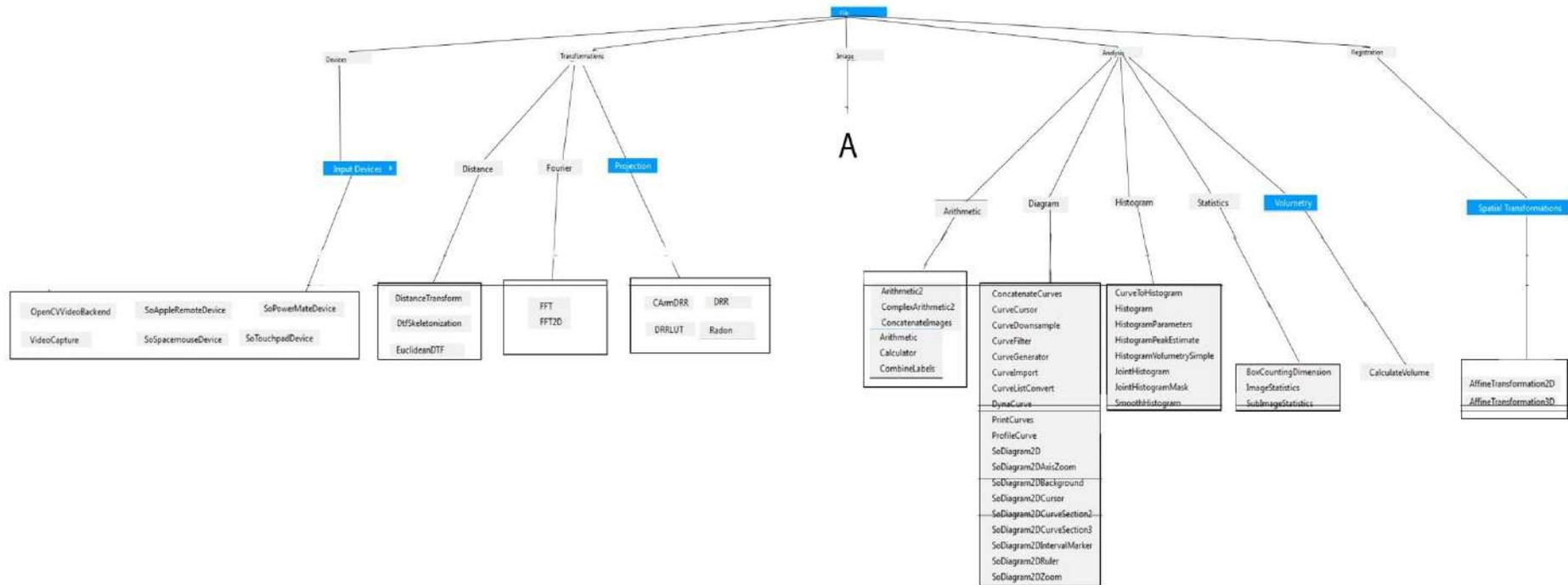


Рис.18а Фрагмент 1 иерархии ПО MeVisLab

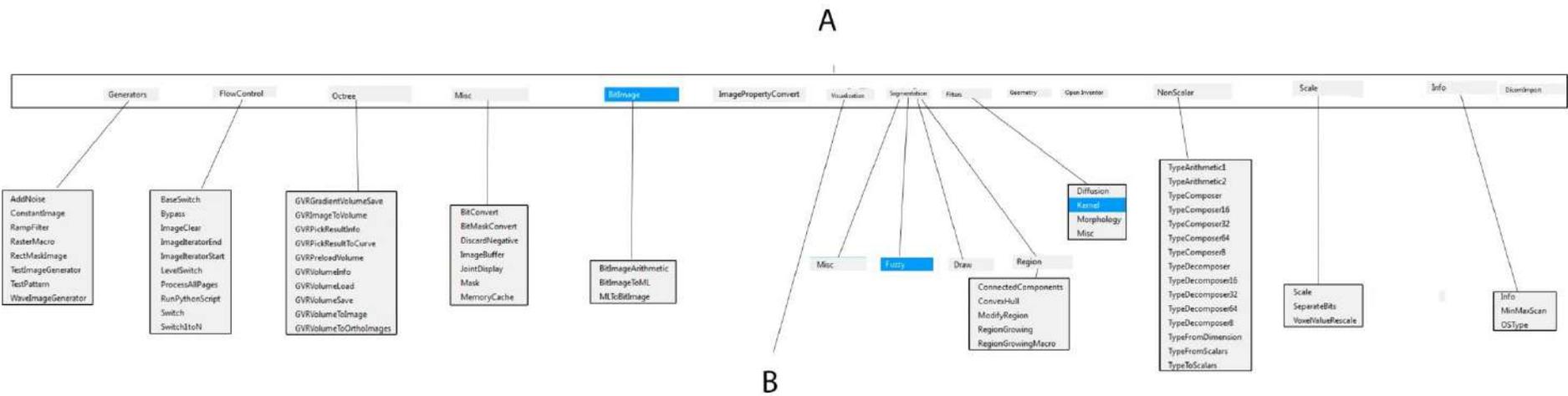


Рис.186 Фрагмент 2 иерархии ПО MeVisLab

B

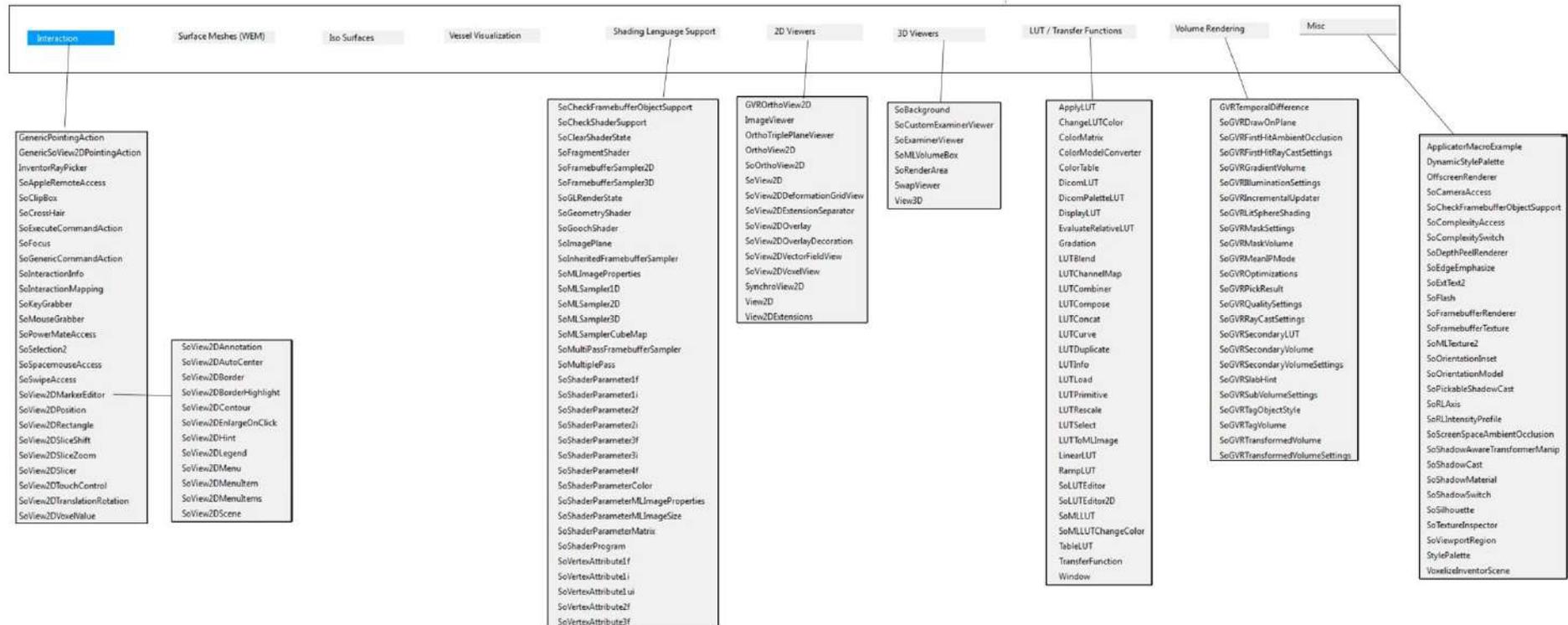


Рис.18в Фрагмент 3 иерархии ПО MeVisLab

В первом приближении видно, что не хватает модулей экспорта файлов в выбранном формате.

На рис. 19 дана информационная модель варианта взаимодействия модулей ПО КО ДПЛ.

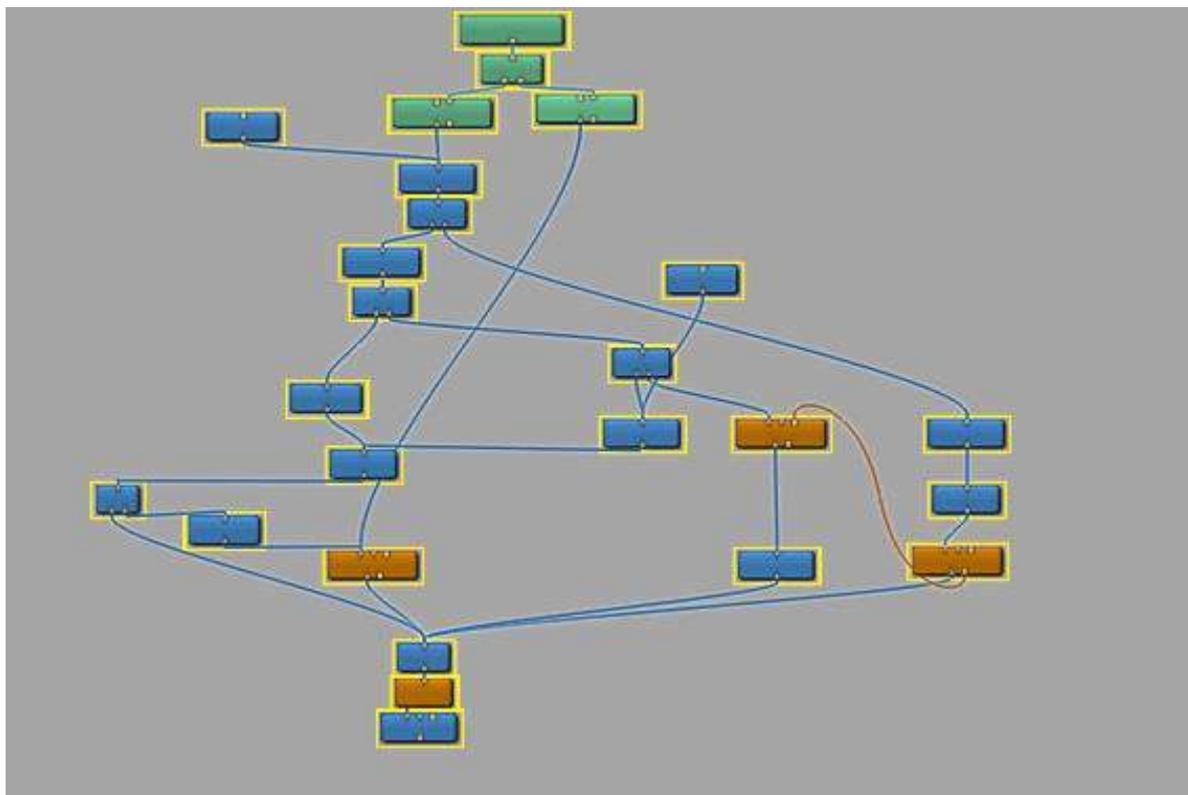


Рис. 19 Информационная модель beta- варианта взаимодействия модулей ПО.

На рис. 20 приведена информационная иерархическая модель о структуре системного интеллектуального подсказчика.

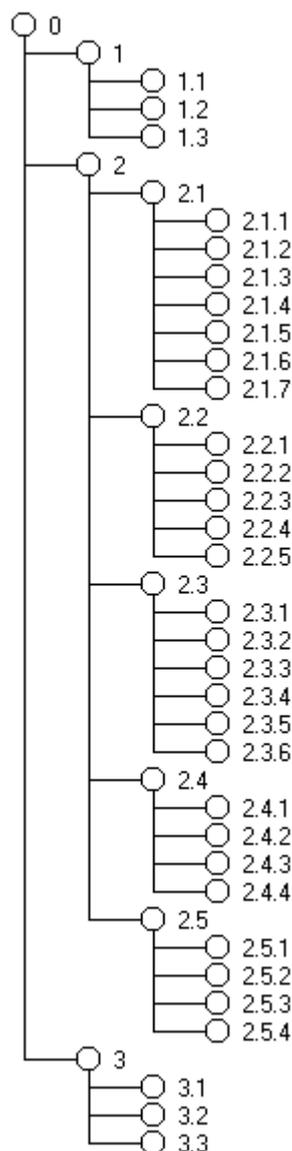


Рис. 20 Иерархическая структура СИП.

(0 – СИП; 1 – система знаний (СЗ); 1.1 – текстовый блок; 1.2 – сетевой блок; 1.3 – информационная база; 2 – система управления знаниями (СУЗ); 2.1 – блок инженерии знаний; 2.1.1 – узел начальной обработки текстов; 2.1.2 – узел машинного понимания текстов; 2.1.3 – адресатор семантических структур; 2.1.4 – сборщик (гипер-)текстов, наполняющих элементы информационной базы; 2.1.5 – сборщик информационной базы; 2.1.6 – генератор структуры для расширения запросов; 2.1.7 – узел авторазвития СЗ; 2.2 – блок контроля, мониторинга и диспетчеризации; 2.2.1 – узел контроля знаний ЛПР в рабочем режиме (ситуационного управления или обслуживания естественно-языковых запросов); 2.2.2 – узел контроля знаний ЛПР в тренажерном режиме; 2.2.3 – узел прогнозирования прироста знаний ЛПР; 2.2.4 – узел сопоставления релевантной и пертинентной частей информационной базы; 2.2.5 – узел мониторинга и диспетчеризации; 2.3 – блок ситуационного управления; 2.3.1 – оценщик ситуации; 2.3.2 – настройщик на ситуацию; 2.3.3 – узел целеполагания; 2.3.4 – анализатор противоречий «Объект – цель»; 2.3.5 – узел выбора процедуры воздействия на ЛПР; 2.3.6 – узел воздействия на ЛПР; 2.4 – блок локализации знаний; 2.4.1 – генератор фактографического ответа; 2.4.2 – определитель релевантных семантических структур; 2.4.3 – генератор прямого текстового ответа; 2.4.4 – определитель релевантной части информационной базы; 2.5 – блок обучающих средств; 2.5.1 – узел интерфейсных средств обучения ЛПР;

2.5.2 – анализатор возможности построения маршрута разрешения ситуации в тренажерном режиме; 2.5.3 – указатель ожидаемой пертинентной части информационной базы; 2.5.4 – маршрутизатор разрешения ситуации; 3 – система протокольного сопровождения (СПС); 3.1 – память состояний; 3.2 – генератор отчетов; 3.3 – память отчетов)

3.2.3 Математические модели

Общая математическая модель (ММ) может быть связана с качеством разрабатываемого программного продукта, с возможным понижением качества из-за все возрастающих требований пользователей и с парированием этого понижения путем реинжиниринга.

Математически этому, прежде всего, эквивалентна запись:

$$\dot{x}_1 = H(x_1, x_2, x_3), \quad \dot{x}_2 = P(x_1, x_2, x_3), \quad \dot{x}_3 = S(x_1, x_2, x_3), \quad (2)$$

где x_i - состояние i -го качества, \dot{x}_i - первая производная от времени, т.е. изменение состояния, H, P, S - некоторые функции.

Если функции H, P, S линейные, то справедливо:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 \times x_1 + b_1 \times x_2 + c_1 \times x_3, \\ \dot{x}_2 = a_2 \times x_1 + b_2 \times x_2 + c_2 \times x_3, \\ \dot{x}_3 = a_3 \times x_1 + b_3 \times x_2 + c_3 \times x_3, \end{cases} \quad \text{где } a_i, b_i, c_i \text{ - коэффициенты.} \quad (3)$$

Зная значения этих коэффициентов и начальные условия можно получить решение системы уравнений (3) в виде различных состояний равновесия: узлов, фокусов, циклов, седел, называемых фазовыми портретами.

При таком подходе информация о качестве «спрятана» в коэффициентах a_i, b_i, c_i , имеющих смысл, прежде всего, обратных постоянных времени, например, вида $R_i * C_i$, где R_i - сопротивление, C_i - емкость. Чтобы извлечь необходимую информацию о качестве, представленную теперь в виде $R_i C_i$ - цепочек, предлагается переход к другой системе координат, вложенной в исходную четырехмерную (x_1, x_2, x_3, t) , где t – время.

В качестве одного из вариантов вложенного пространства нами рассмотрены фазовые портреты типа «цикл» и «фокус». На рис. 21 показано первое такое вложение.

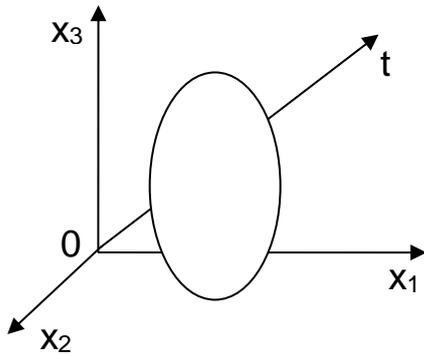


Рис. 21 Геометрический образ вложения пространства типа «цикл» в прямоугольное.

В качестве второго варианта вложенного пространства нами рассмотрен фазовый портрет типа «фокус». На рис. 22 показано такое вложение.

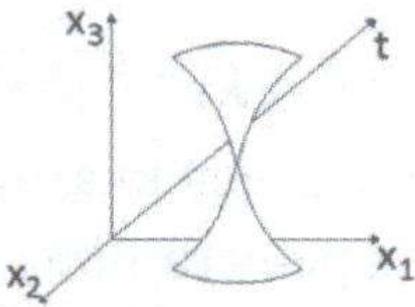


Рис. 22 Геометрический образ вложения пространства типа «фокус» в прямоугольное

Таким образом, возможно перенести детальное представление R_i и C_i из прямоугольного пространства Евклида-Декарта в новые – эллиптическое или гиперболоидное, обладающие большими информационными возможностями для представления фактических, плановых и угрожаемых значений факторов, характеризующих емкость (С) деятельности пользователя ПО в виде:

$$C = C1 \times \alpha_1 + C2 \times \alpha_2 , \quad (4)$$

где $C1$ – охват задач, $C2$ – оценка качества их решений; α_1, α_2 – веса; $\sum \alpha_i = 1$;

а также – сопротивление решению этих задач:

$$R = R1 \times \beta_1 + R2 \times \beta_2 , \quad (5)$$

где $R1$ – сопротивление, связанное с задержками исполнения, $R2$ – сопротивление потоку производства управленческих решений; β_1, β_2 – веса; $\sum \beta_i = 1$.

$$C1 = \frac{n1}{n2} \times \frac{n3}{n4} , \quad (6)$$

где n_1, n_3 – фактическое количество строк и столбцов матрицы деятельности соответственно; n_2, n_4 – их полное количество,

$$C2 = \sum_i \left(\frac{e^{TK}}{e^{TP}} \times \gamma \right)_i, \quad (7)$$

где e^{TK}, e^{TP} – текущее и требуемое значения оценок качества решения задач, γ – вес, $\sum \gamma = 1$;

$$R_1 = \Delta\tau / \tau, \quad (8)$$

где $\Delta\tau$ – временные задержки в решении задач, τ – норматив времени;

$$R_2 = \Delta p / p, \quad (9)$$

где Δp – доля исполнения решений, p – поток решений.

А парирование понижения качества ПО возможно за счет реинжиниринга в пространстве однополостного гиперboloида по схеме на рис. 23 и 24.

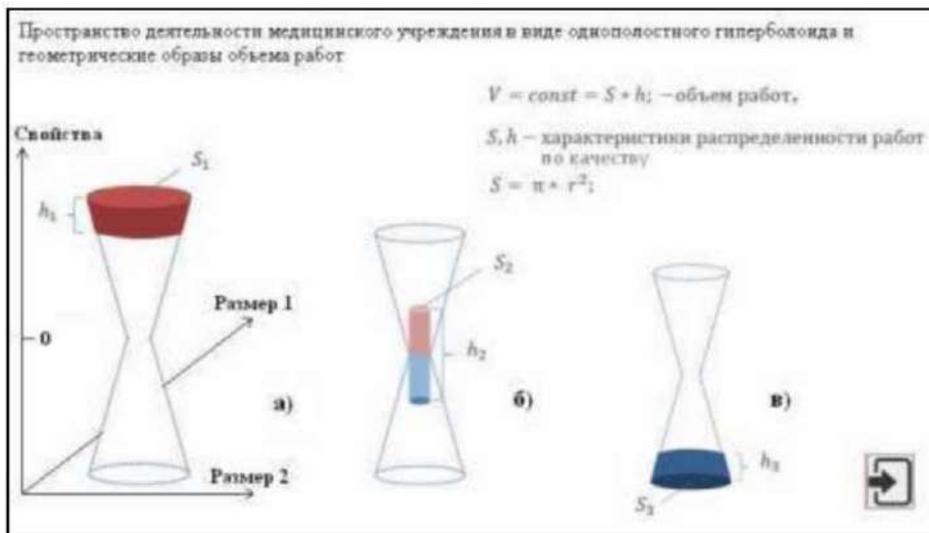


Рис. 23 Динамика качества при деградации ПО и его восстановления.

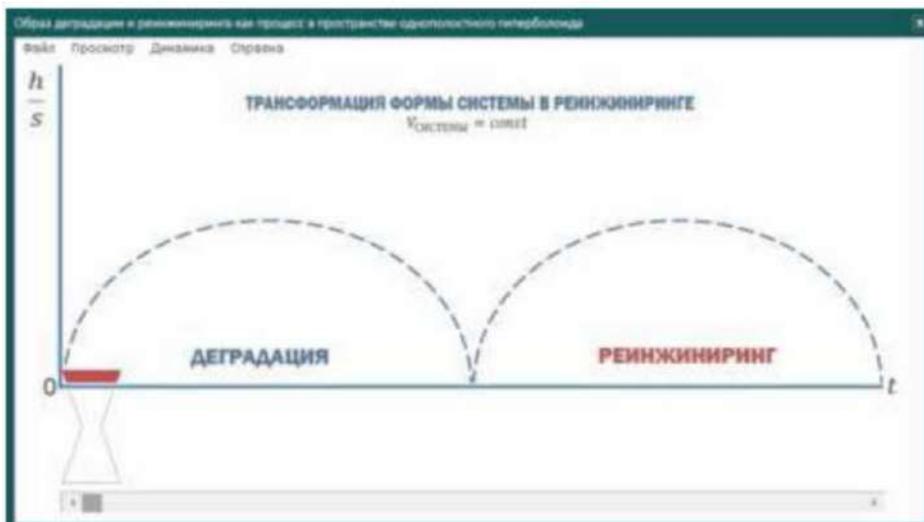


Рис. 24 Вариант взаимодействия деградации и реинжиниринга, реализованный в компьютерной презентации.

Частная математическая модель связана с интегральными критериями качества.

В ходе диагностики обследование пациента предусмотрено по трем вариантам:

- 1) врачом;
- 2) с помощью компьютерной томографии (КТ);
- 3) с программным комплексом 3D.

Ранее применен критерий, который был назван корреляцией и принимал следующие значения: 100%-ая корреляция, частичная корреляция и нет корреляции. Термин частичная корреляция носит субъективный характер и в виду этого необходимо дать критерию количественную оценку.

Для этого предлагается оценивать результат в виде кортежной модели:

$$K = \langle D, R, C \rangle, \quad (9)$$

где K-интегральный критерий, D-диагноз врача, R-диагноз рентгенолога, C-матрица связи.

Или иначе, если задать состояние больного постоянными (-1, 0, 1):

-1 - регресс,

0 –стабильное состояние,

1- прогресс,

то $K = (D + R) / 2$ – для одного больного, для всех доступных больных:

, где n-число больных.

$$K = \sum_{i=1}^n (D_i + R_i) / 2$$

То есть, если для большого количества пациентов программный комплекс дает примерно те же заключения, что и усредненное заключение врача и рентгенолога, то ответ программы адекватен и удовлетворяет требуемым условиям.

В дальнейшем возможно введение и иных ролей кроме врача и рентгенолога. А заключения каждой роли будет учитываться с весовым коэффициентом.

При этом формула объема поражения:

$$V = \sum_{i=1}^n Squares_i$$

где n-количество площадей фигур на всех слоях, которые удовлетворяют критерию плотности болезни.

1. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования получены модели, позволяющие формализовать описание разработки beta-версии опытного образца коммерческого программного продукта для количественной оценки объема поражения при диссеминированных формах туберкулеза легких, а именно: концептуальные, структурные, алгоритмические, информационные, математические.

2. Библиографический список

1. Диссеминированные заболевания легких. Под ред. М.М. Ильсовича, - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011, - 480 с.
2. С. С. Хортиева. Диссеминированные заболевания легких. [Электронный ресурс]:// Электронная библиотека – Режим доступа: <http://www.pandia.ru/text/77/452/18543.php>
3. Fetita C, Preteux F, Grenier P. Three-dimensional reconstruction of the bronchial tree in volumetric computerized tomography: application to computerized tomography bronchography. // J Electron Imaging 15:023004-1-023004-17. 2006. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: http://www-artemis.itsudparis.eu/web2.0/publication-explorer.php?action=display-pubnotice&id_publications=457&type=article
4. MeVisLab. Medical image processing and visualization. — [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.mevislab.de/meth/>
5. Flores JM, Schmitt F. Segmentation, reconstruction and visualization of the pulmonary artery and the pulmonary vein from anatomical images of the visible human project // Proceedings of the Sixth Mexican International Conference on Computer Science. 2005. — [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL:

- http://www.researchgate.net/publication/221036005_Segmentation_Reconstruction_and_Visualization_of_the_Pulmonary_Artery_and_the_Pulmonary_Vein_from_Anatomical_Images_of_the_Visible_Human_Project_y
6. С.Л. Гольдштейн. Информационно-управленческий медико-экономический кластер / Учебное пособие, - Екатеринбург: УрФУ, 2011, - 169 с.
 7. Тестирование ПО
ru.wikipedia.org/wiki/Тестирование_программного_обеспечения
 8. IC.IDO
www.esi_group.com
 9. Арчакова Л.И. Диссеминированные процессы в легких – взгляд клинициста.
URL:nasph.ru/Doklady/28/EK3/Archakova_LI_m.pdf
 10. Стадии разработки программного обеспечения
URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Стадии_разработки_программного_обеспечения
 11. Гольдштейн С.Л. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. Книга 1: введение в проблематику и постановку задач: Учеб. пособие. – Екатеринбург: ИД «ПироговЪ», 2006. – 392 с.
 12. Markina S., Goldshtain S., Chernyaev I., Filatova E., Skorniakov S., Gajniyarov I. 3D-simulation in an integrated assessment of the dynamics in patients with disseminated pulmonary lesions (DPL).2013, Eur Respir J , September 2013, Volume 42, supplement 57, p. 480s.