

Итак, нами построены:

1. множество исходных показателей защищенности информации  $\{\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3, \bar{T}_4, \bar{T}_5, \bar{T}_6, \bar{T}_7, M_6, M_7\}$ ;
2. формулы для определения уровней выполнения функций защиты информации  $\{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7\}$ ;
3. множество производных показателей защищенности информации  $\{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, R_6, R_7\}$ .

Применение предложенного метода предполагает:

- 1) получение оценок исходных показателей защищенности информации;
  - 2) вычисление уровней выполнения функций защиты и остаточных вероятностей;
  - 3) вычисление значений производных показателей защищенности информации.
- Значения  $Y_7, P_7, R_7$  определяют соответственно уровень обеспечения защиты, вероятность необеспечения защиты и информационный риск для системы защиты информации в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасименко В. А., Малюк А. А. Основы защиты информации. М., 1997. 537 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М., 2002. 479 с.

**Александр Анатольевич ЗАХАРОВ** —  
зав. кафедрой информационной безопасности,  
доктор технических наук, профессор

**Евгений Александрович ОЛЕННИКОВ** —  
доцент кафедры информационной безопасности,  
кандидат технических наук

**Алексей Сергеевич ПЕТУХОВ** —  
аспирант кафедры информационной безопасности

УДК 004.94:61

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ ПАЦИЕНТА

**АННОТАЦИЯ.** В статье описывается информационная модель хронологических деревьев, применяемая для внутреннего представления электронной истории болезни пациента с целью решения задачи отбора актуальной информации.

*The article describes the informational model of chronological trees. This model is used for the internal presenting of electronic history of patient disease with the purpose of important information selection.*

Объем хранимой медицинской информации в современном медицинском учреждении, необходимость снижения затрат на оперативную обработку данных и совершенствование форм их представления явились предпосылками создания медицинских информационных систем (МИС), в основу которых положены алгоритмы структурной организации данных в виде электронных историй болезни пациентов.

В данной статье излагается алгоритм работы с информацией, позволяющий сократить количество обращений для чтения информации до одного раза после выбора пациента.

В разрабатываемой авторами МИС «e-Anamnesis» хранение и обработка информации, касающейся электронной истории болезни пациента, разделены на три этапа: хранение, внутреннее представление ЭИБ пациента и пользовательское представление ЭИБ пациента.

Информация, касающаяся истории болезни пациента, хранится в иерархическом виде, образуя n-арное дерево результатов обследований этого пациента. При этом записи ЭИБ пациента группируются по виду обследований. Само хранилище электронных историй болезни пациентов непосредственно не содержит результатов обследований, а включает в себя ссылки на таблицы и на записи в таблицах, где хранятся результаты. Каждая запись электронной истории болезни включает в себя уникальный идентификатор (ID), название, идентификатор записи-родителя (если родителя нет, то -1), дату создания записи, а также код таблицы, в которой хранится результат обследования и ID записи таблицы, хранящей результат данного обследования (рис. 1).

ID	Название узла	ID-родителя	Дата создания	Код таблицы	ID-записи
1	Пациент	-1	03.03.06		
2	Результаты анализов	1	03.03.06		
3	Микроальбуминурия	2	03.03.06		
4	Результат от 03.03.06	3	03.03.06	1	1
5	Общий анализ крови	2	10.03.06		
6	Результат от 10.03.06	5	10.03.06	2	1
7	Результат от 15.05.06	5	15.05.06	2	2
8	Результат от 18.05.06	5	18.05.06	2	3



Рис. 1. Пример хранения иерархической информации на реляционном наборе данных

Таким образом, задача отбора актуальной информации из истории болезни пациента ограничивается задачей отбора свежих данных из n-арного дерева ЭИБ. Следовательно, внутреннее представление электронной истории болезни пациента является n-арным деревом, а все операции над этим деревом должны учитывать его хронологическую сущность. Одной из приемлемых математических моделей, отвечающей заданным требованиям, является модель хронологического дерева [1,2], идеология построения которой была использована для внутреннего представления электронной истории болезни пациента.

Определим хронологическое дерево как абстрактный тип данных, являющийся отображением, которое каждому моменту времени из некоторого интервала ставит в соответствие дерево, при этом для различных моментов времени носители структур, порождаемых отображением, совпадают.

Носитель хронологической структуры является носителем каждой из структур данных, которая является срезом хронологической структуры на определенный момент времени. Поскольку хронологическое дерево по определению является абстрактным типом данных [3], то его носитель может быть выбран произвольно.

Хронологические деревья применяются для хранения различных состояний базовой структуры данных. С течением времени набор элементов базовой структуры данных и порядок их связей может изменяться произвольным образом. Для реализации хронологического дерева будем использовать хронологическую модификацию структуры «левый ребенок-правый брат», получившую широкое распространение для представления обычных деревьев. Данная структура состоит из трех массивов, в первом из которых хранятся указатели на родителя, во втором — на левого сына, а в третьем — на правого брата каждого узла дерева. Однако факт произвольного изменения состава элементов базовой структуры данных и порядка их связей вызывает необходимость хранения истории изменения каждого указателя, содержащегося в данных массивах. История изменения указателя также хранится в виде массивов. Таким образом, каждый узел хронологического дерева представляется в виде:

Узел дерева := {ID, Данные, ParentID, LCID, RBID};

где ID — некоторый уникальный идентификатор узла хронологического дерева, ParentID — массив для хранения истории изменения указателя на родителя, LCID — массив для хранения истории изменения указателя на левого сына, а RBID — на правого брата.

Каждая запись истории содержит дату создания и указатель на конкретный узел хронологического дерева. Таким образом, массивы изменения истории указателей ParentID, LCID и RBID могут рассматриваться как совокупность отображений даты создания указателя в сам этот указатель:

$(Date_i \Rightarrow ID_i | NULL)$

Например, история изменений указателя на родителя может иметь вид:

$(05.01.2007 \Rightarrow 5, 16.04.2007 \Rightarrow NULL, 01.06.2007 \Rightarrow 7)$

Данная история изменения указателей говорит о том, что до 5 января 2007 года объект не был определен (не был добавлен в хронологическое дерево). С 5 января 2007 г. по 16 апреля 2007 г. родителем узла был узел с ID=5, с 16 апреля 2007 г. по 1 июня 2007 г. узел являлся корнем дерева, а с 1 июня 2007 г. и по настоящий момент родителем узла является узел с ID=7.

В разрабатываемой нами технологии работы с хронологическими деревьями все массивы историй изменения указателей содержат по одной записи, что связано с отсутствием необходимости реструктуризации дерева электронной истории болезни пациента с течением времени. При добавлении результата обследования пациента в его электронную историю болезни добавляется одна запись, являющаяся листом дерева; изменения же порядка связей уже существующих узлов дерева ЭИБ пациента не происходит.

Хронологические деревья в информационной системе «e-Anamnesis» применяются для представления содержимого истории болезни пациента за определенный временной интервал, что достигалось за счет использования операции модифицированного временного среза хронологического дерева.

Под временным срезом понимается фиксация состояния базовой структуры данных хронологического дерева на определенный момент времени. Временной срез строится путем отбора значения из истории изменения указателя, действительного на момент построения среза. Так, если рассмотреть предыдущий пример истории изменения указателя на родителя узла, то при построении временного среза на момент времени 10.02.2007 родителем узла окажется узел с ID=5. Аналогичная операция по отбору актуальных на заданный момент времени указателей производится для истории изменения указателя на родителя, на левого сына и на правого брата каждого узла хронологического дерева.

Построение временных срезов позволяет получать состояние электронной истории болезни пациента на заданный момент времени в прошлом, например, месячной или годовой давности.

Указанный подход позволяет получить эффективный алгоритм построения дерева, дата создания всех узлов которого принадлежит некоторому указанному интервалу [Start; Finish]. Естественно, что возможны ситуации, когда  $Start = -\infty$  или  $Finish = \infty$ . В частности, при условии  $Start = -\infty$  мы получаем операцию временного среза, что говорит о том, что рассматриваемая новая операция над хронологическим деревом является более общей, чем временной срез. Назовем ее двойным временным срезом.

Операция двойного временного среза состоит из двух этапов: этапа анализа хронологического дерева и этапа построения дерева-среза.

На этапе анализа хронологического дерева, начиная с корня дерева на момент времени Finish, будем рекурсивно спускаться по левым сыновьям каждого узла хронологического дерева на момент времени Finish до тех пор, пока не достигнем листьев этого дерева. Для листьев будем рассматривать «урезанную» историю изменения указателя на родителя, т.е. содержащую записи до момента времени Finish. Те узлы, в которых последняя запись такой истории изменения указателя на родителя будет иметь дату больше Start, войдут в двойной временной срез этого дерева. Присвоим им значение Истина, а остальным узлам этого уровня — значение Ложь. Затем проанализируем узлы уровнем выше. Если у узла этого уровня есть хотя бы один потомок со значением Истина, то присвоим ему также значение Истина, в противном случае присвоим ему значение Ложь, и так далее, вплоть до корня дерева. Таким образом, анализ дерева при двойном временном срезе происходит не сверху вниз, а снизу вверх.

Вторым шагом при построении двойного временного среза является построение дерева-среза из хронологического дерева. В дерево-срез будем добавлять только узлы со значением Истина, поскольку на этапе анализа хронологического дерева установлено, что только они входят в двойной временной срез. Ввиду громоздкости алгоритма анализа хронологического дерева опустим подробное описание этой процедуры (рис. 2).

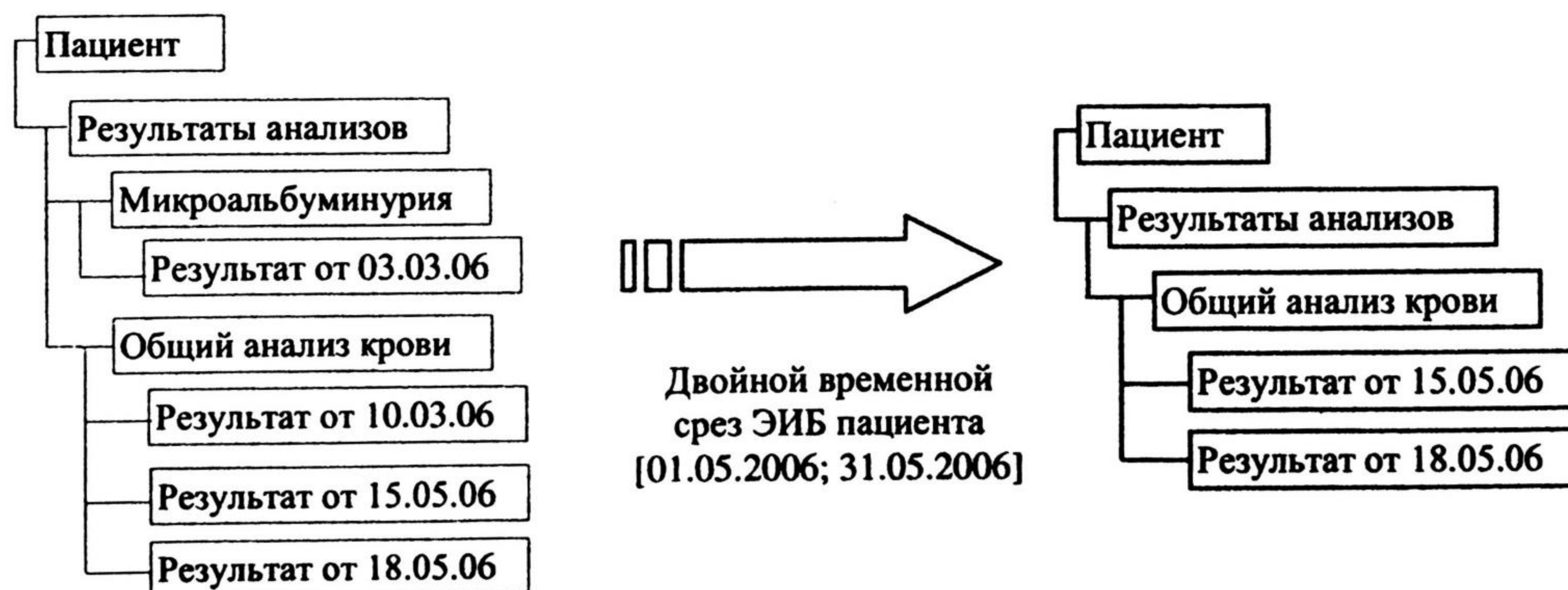


Рис. 2. Демонстрация результата двойного временного среза хронологического дерева

Реализацию алгоритма построения двойного временного среза хронологического дерева можно упростить, осуществляя на обратном ходе рекурсии, выполняемой от корня дерева к его узлам, одновременно как анализ дерева, так и построение дерева-среза. Данный алгоритм оказывается несколько более простым и компактным по сравнению со своим предыдущим аналогом, но проигрывает ему в скорости выполнения. Временные потери вызваны необходимостью выполне-

ния на обратном ходе рекурсии дополнительного прямого хода рекурсии для каждого узла дерева, связанного с проверкой вхождения данного узла в дерево-срез, поскольку в дерево-срез входят лишь те узлы дерева, у которых есть хотя бы один потомок на момент времени Finish, входящий в это дерево-срез.

Полученное в результате двойного временного среза дерево является пользовательским представлением ЭИБ пациента и может быть отображено посредством использования любого существующего алгоритма визуализации деревьев [2]. Пользователь может произвольным образом изменять период актуальности информации [Start; Finish]. Всякое изменение периода актуальности информации потребует построения нового двойного временного среза, однако никогда не приведет к необходимости повторного чтения каких-либо данных из информационного хранилища. Построение двойных временных срезов удовлетворительно решает проблему отбора современной информации из ЭИБ пациента в том случае, если в качестве значения переменной Finish устанавливается текущая дата и время.

Использование в МИС информационной модели хронологических деревьев позволяет эффективно решить задачу фильтрации данных в истории болезни путем отбора из нее только тех данных, дата записи которых принадлежит заданному временному промежутку, например, самых последних записей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков Л. М. Хронологические структуры данных. Способы представления в памяти // Екатеринбург: Известия УрГУ. Компьютерные науки. 2006. № 1. С. 15-25.
2. Порай Д. С., Соловьев А. В., Корольков Г. В., Реализация концепции темпоральной базы данных средствами реляционной СУБД // В сб. «Документооборот. Концепции и инструментарий». М.: Институт системного анализа РАН, 2004.
3. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. СПб.: Питер, 2004. 368 с.

*Александр Александрович ШЕЛУПАНОВ —  
зав. кафедрой комплексной информационной  
безопасности электронно-вычислительных систем  
Томского государственного университета  
систем управления и радиоэлектроники,  
доктор технических наук, профессор*

*Татьяна Юрьевна ЗЫРЯНОВА —  
специалист организационно-аналитического отдела  
управления информатизации  
Уральского государственного университета  
путей сообщения*

УДК 004.056.53

## **МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ГРАФА СВЯЗИ АЛЬТЕРНАТИВ С ИСХОДАМИ И ГРАФА ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

**АННОТАЦИЯ.** В ходе осуществления процессов защиты информации часто появляется необходимость оперативного принятия решений на основе нечетких исходных данных, иначе говоря, возникает задача принятия решений (ЗПР) в условиях неопределенности или риска. Решение этой задачи требует построения графа связи альтернатив с исходами и