

11.2. ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА ПРЯМЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ В МЕДИЦИНЕ. АРХИТЕКТУРА ПРЕЦЕДЕНТНОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЧЕТА

Малых В.Л., к.т.н., заведующий лабораторией
Исследовательского центра медицинской
информатики Института программных систем РАН;
Гулиев Я.И., к.т.н., директор Исследовательского
центра медицинской информатики Института
программных систем РАН;
Крылов А.И., заместитель главного врача ФГУ
«Клиническая больница Управления делами
Президента РФ»;
Рюмина Е.В., д.э.н., профессор, главный научный
сотрудник Института проблем рынка РАН

Цель работы – создание концепции и архитектуры системы материального precedentного учета, интегрированного в медицинскую информационную систему. Предлагается новаторское архитектурное решение построения такой системы на основе механизма precedentтов. Изложены основные концептуальные принципы предлагаемой архитектуры. Указано на практическую апробацию предлагаемого решения. Полученные результаты могут быть полезны для автоматизации материального учета и проведения экономического анализа прямых затрат в медицинских учреждениях самого широкого профиля.

ВВЕДЕНИЕ

В финансово-экономическом анализе и управлении медицинским лечебно-профилактическим учреждением (ЛПУ) огромное внимание уделяют учету движения и расходования всех материальных ценностей (МЦ). Многие из этих материалов расходуются непосредственно на пациента (медикаменты, медицинский инвентарь, продукты питания, другие расходные материалы), формируя таким образом прямые затраты, существенно влияющие на себестоимость лечения. Желательность точного учета и анализа прямых затрат в условиях рыночной экономики ясна всем [2, 3].

Требуется полная аналитика, начиная с источников финансирования закупок материалов и заканчивая точным знанием расходов материалов вплоть до непосредственного их списания на пациента. Организация планомерной закупки материалов также требует знания точной статистики по расходу. Знание всех прямых затрат на конкретные категории пациентов, а также по нозологиям и отделениям, вплоть до знания расхода материалов в отдельных лечебных процедурах, позволяет более точно оценивать себестоимость как всего лечения, так и отдельных процедур, а также дает возможность определять преискурранты на платные услуги.

Поэтому в концепции комплексной автоматизации деятельности ЛПУ задачи материального учета являются приоритетными.

Учету МЦ в медицине присущи свои специфические требования. Перечислим основные из них.

Широта использования данных материального учета в медицинских информационных системах

Данные о запасах и движении МЦ нужны не только экономистам и бухгалтерам, но, не в последнюю, а скорее в первую очередь нужны всем основным участникам лечебно-диагностического процесса (ЛДП). Врачам нужно знать, какие лекарственные средства имеются в запасах в отделении и в аптеке. Данные о наличии лекарственных средств могут повлиять на лечебно-диагностические назначения врача. Старшим медицинским сестрам, отвечающим за обеспечение своего отделения МЦ, необходимо контролировать запасы

МЦ в своих аптечках, необходимо контролировать запасы на постах и в кабинетах своего отделения, знать запасы в аптеке ЛПУ. На основе этой информации формируются требования для пополнения запасов МЦ в отделениях, а также формируются плановые, текущие и срочные заявки на закупку МЦ для нужд отделения.

Необходимость ведения учета МЦ в реальном масштабе времени. Например, в традиционном бухгалтерском учете требование работы в реальном масштабе времени не ставится. Бухгалтерия сводит данные по отдельным отчетным периодам (месяц, квартал и т.п.) с известным значительным запаздыванием. В медицинских лечебных учреждениях организация ЛДП в обязанности бухгалтерии, естественно, не входит. Поэтому в своей работе, в том числе и в части материального учета, бухгалтерия никак не ориентирована на требования ЛДП. Но с точки зрения организации и проведения лечебно-диагностического процесса учет МЦ должен вестись именно в реальном масштабе времени. Медицинскому персоналу необходимо знать реальные остатки МЦ во всех центрах их затрат – постах, процедурных, кабинетах, отделениях, в аптеке.

Организация закупок МЦ. Стандартизация и оптимизация запасов МЦ

Материальный учет является основой для построения подсистемы поддержки и оптимизации закупок. С одной стороны, лечебные учреждения стремятся, в целях стандартизации номенклатуры применяемых лекарственных средств и оптимизации затрат, к использованию формуляра лекарственных средств [4]. Формулярная система рассматривается в настоящее время как важный инструмент реформирования здравоохранения. Цель формулярной системы – экономически эффективное научно обоснованное обеспечение лечебного процесса лекарственными средствами. Имеются многочисленные публикации, посвященные методологии разработки и внедрения формулярной системы, включая рекомендации Всемирной организации здравоохранения. Концептуальный анализ формулярной системы позволяет сделать вывод о том, что при разработке формуляра должно приниматься во внимание очень многое: и экономические реалии ЛПУ, и результаты доказательной медицины по оценке эффективности применения того или иного лекарственного средства, и анализ структуры заболеваемости, и многое другое. Процесс разработки формуляра носит ярко выраженный творческий характер. С другой стороны, врач всегда может назначить в интересах пациента любые лекарственные средства, в том числе и не входящие в формуляр. Разработка формуляра лекарственных средств является весьма непростым делом и требует соответствующей информационной поддержки. Новым шагом в развитии экономического анализа прямых затрат в ЛДП стал фармако-экономический анализ [6], который представляет аналитические инструменты для выделения наиболее затратных групп лекарственных средств, проведения **ABC**, **VEN** и частотного анализа. **ABC**-анализ по международным непатентованным названиям лекарственных средств позволяет оценить, на какие фармакологические активные вещества (собственно лекарственные средства) уходит наибольшая часть затрат, при этом производители и упаковка не учитываются. **VEN**-анализ предназначен для оценки обоснованности потребления лекарственных средств, прежде всего, – наиболее затратных (входящих в группу **A**). Частотный анализ позволяет оценить, насколько часто применяются те или иные лекарства (какая доля больных их получает), и выявить использующиеся наиболее часто и, напротив, редко. Результаты фармако-экономического анализа должны оказывать существенное влияние на формирование формуляра лекарственных средств ЛПУ и приводить к оптимизации расходов на лекарственные средства. Для организации и контроля закупок от информационной системы требуется поддержка тендеров и аукционов, свободной закупки и прочих видов закупок (закупки по котировкам, централизованной, по письму и т.п.). По заключенным контрактам на поставку должен вестись контроль поставки, как по номенклатуре, так и по контрактным ценам. Должны контролироваться лимиты свободной закупки с использованием группировки лекарственных

средств по международному непатентованному наименованию (МНН). Для планирования закупок должно поддерживаться формирование плановых и внеплановых заявок. В свою очередь, для формирования плановых заявок должна использоваться статистика расходов за прошедшие периоды.

Полное атрибутирование МЦ в интересах лечебно-диагностического процесса

Информация о материальных ценностях для каждой специфической номенклатуры должна вводиться в систему во всех необходимых с точки зрения ЛДП деталях. Например, по лекарственным средствам может вводиться торговое наименование и форма выпуска в русской и латинской транскрипции, наименование лекарственного средства для системы врачебных назначений, МНН, анатомо-терапевтическо-химическая классификация (АТХ), срок годности, условия хранения и прочая, связанная с лекарственными средствами, атрибутика. Своя атрибутика вводится по материалам крови (группа крови и резус-фактор, информация о доноре и т.д.), своя – по продуктам питания, по медицинскому инвентарю, по радиоизотопным материалам. Это требование контрастирует с обычной практикой учета МЦ по одному только наименованию. Достижение в информационной системе требуемой полноты атрибутирования лекарственных средств совершенно необходимо с точки зрения врача. Например, врачи или работники аптеки могут подыскивать подходящие замены одного лекарственного средства на другое на основании данных о МНН имеющихся в запасах лекарственных средств. Врачи в ходе ЛДП должны ориентироваться на общие и внутрибольничные стандарты оказания медицинской помощи. В стандартах оказания медицинской помощи, разработанных Министерством здравоохранения и социального развития РФ, рекомендуемые лечебные медикаментозные назначения даются в терминах МНН или АТХ. Вся эта атрибутика также совершенно необходима с точки зрения стратегического направления развития современной медицины по обеспечению качества лечения – для контроля соответствия лечебного процесса стандартам лечения [5].

Экономические аспекты материального учета

Экономика медицинских лечебных учреждений характеризуется известной сложностью [2, 3]. В первую очередь это связано с многоканальностью финансирования ЛПУ. В связи с этим необходимо вести раздельный учет МЦ как по источникам финансирования (источник средств для закупки), так и отдельно, персонализированно по расходу (на кого персонально, на какие категории обслуживаемого контингента израсходованы эти МЦ). Расходы МЦ связываются с подразделениями, оказанными услугами, пациентами. Это дает полную аналитику по расходу МЦ и позволяет использовать эту информацию для анализа и прогнозирования себестоимости лечебного процесса в разрезе койко-дней и услуг. Прямые затраты, контролируемые системой, могут быть выделены и включены в выставляемые для оплаты счета. Например, стоимость медикаментозного лечения для платных пациентов, стоимость использованных при оперативных вмешательствах ортопедических конструкций, стоимость питания пациента и т.д. Данные по прямым затратам МЦ используются при расчете фактической себестоимости услуг и койко-дней, при расчете плановой себестоимости, разработке прейскурантов цен на платные услуги.

Интеграция материального учета с производственными системами

В систему материального учета может быть непосредственно включена производственная система, которая позволяет учесть производство различных изделий. Речь в первую очередь идет о рецептурно-производственном отделе аптеки, готовящем лекарственные средства по прописям (рецептуре), а также о приготовлении из продуктов блюд для лечебного питания пациентов. Возможны и другие виды специфической для ЛПУ производственной деятельности. Например, переработка перевязочного материала. Необходимо вести учет производства изделий из стоящих на учете МЦ с одновременным списанием израсходованных МЦ и постановкой на учет произведенных МЦ. При необходимости для произве-

денных изделий должна учитываться наценка и формироваться отпускная цена.

Комбинирование принципов нормативного и фактического учета МЦ

Необходимо вести как учет реального расхода МЦ (лекарственные средства назначаются персонально каждому пациенту), так и по ряду позиций номенклатуры вести нормативный учет расхода (например, перевязочного материала).

Поддержка специфических видов резервирования МЦ

Необходимо поддерживать различные виды резервирования МЦ. Например, для целевой траты на данного пациента. Должно поддерживаться резервирование МЦ по нормам списания естественной траты.

Контроль расхода МЦ

Расход МЦ должен быть обусловлен как лечебно-диагностическими назначениями и данными о факте их выполнения, так и нормативно на основе данных об оказанных услугах и о связанных с ними нормах.

Мы привели далеко не полный перечень специфических характеристик материального учета в медицине. Чтобы удовлетворить всем этим требованиям и решить столь масштабную задачу автоматизации материального учета ЛПУ, мы выдвинули следующие концептуальные тезисы.

1. Задача построения системы материального учета в ЛПУ должна решаться комплексно в рамках создания в ЛПУ интегрированной информационной системы управления лечебно-диагностическим процессом и управлением качеством медицинской помощи.
2. Материальный учет в медицинских информационных системах (МИС) должен носить управленческий характер и быть ориентирован в первую очередь на лечебно-диагностический процесс, на повышение качества и эффективности оказания медицинской помощи и на экономику ЛДП.
3. Интеграция учета материалов с лечебным процессом позволит получить новое качество в анализе и управлении материальными потоками в ЛПУ.
4. Материальный учет должен быть непосредственно встроен в лечебно-диагностический процесс. Это концептуальное решение находит свое отражение в архитектуре медицинской информационной системы.

В ходе работы над реализацией системы материального учета, удовлетворяющей вышеперечисленным концептуальным требованиям, см. также [1], мы выработали свою собственную специфическую архитектуру. К ее описанию мы и переходим.

1. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ МАТЕРИАЛЬНОГО УЧЕТА

Отметим дополнительно еще целый ряд важных особенностей материального учета в медицине. Эти особенности также оказывают сильное влияние на архитектуру системы.

- Во-первых, учет в своей основе должен быть обязательно персонализированным, связанным с конкретным пациентом, так как назначения лечебно-диагностических процедур, оперативные вмешательства, назначения диет и дополнительного питания, а следовательно, и связанные с этими назначениями материальные затраты строго индивидуальны и во многом определяются лечащим врачом. Это сразу же снижает возможности использования чисто нормативного подхода в учете материальных затрат.
- Во-вторых, переход к персонализированному материальному учету влечет за собой необходимость вовлечения в материальный учет очень широкого круга пользователей медицинской информационной системы. Речь идет в первую очередь о среднем медицинском персонале – постовых, процедурных, операционных медицинских сестрах, которые непосредственно расходуют материальные средства

в ходе исполнения предписанных врачами назначений и вносят данные о расходе в МИС. Например, в одном из крупных лечебно-профилактических учреждений, где внедрена МИС, разработанная Институтом программных систем Российской академии наук (ИПС РАН), система материального учета контролирует одновременно около 140 центров затрат (складов, аптек подразделений, кабинетов и лабораторий), и в подсистеме ведут учет более 260 пользователей. Количество персонифицированных записей о расходе материалов, вносимых в базу данных (БД), для крупных ЛПУ может варьироваться от сотен тысяч до миллионов записей в год. Следует учесть, что основной задачей среднего медицинского персонала является вовсе не материальный учет, а участие в лечебно-диагностическом процессе и уход за больными. Поэтому сам учет МЦ для среднего персонала должен быть построен на простых принципах, не должны возникать ситуации с появлением в учете отрицательных сальдо, не должно быть необходимости в «сведении» балансов и т.п. Поэтому нами было принято решение строить учет на потоковом принципе. Поток МЦ распределяется («растекается») по отделениям, постам и кабинетам и расходуется деперсонифицированно и персонифицированно на пациентов. Наилучшим решением, с нашей точки зрения, является возможность внесения записей о расходовании МЦ непосредственно во время их расходования или с незначительным запаздыванием. Очевидно, что совершенно необходимо контролировать данные по расходу, вносимые в МИС. И процедура контроля, учитывая большой объем данных, должна быть автоматизирована и не может быть сведена к непосредственному контролю уполномоченными пользователями (старшие медицинские сестры, заведующие отделениями, бухгалтеры, работники отдела автоматизации) каждой отдельной записи о расходе.

- В-третьих, в какой-то части номенклатуры расходных материалов целесообразно использовать нормы расхода в качестве шаблона для создания записей о расходе. Речь идет о материалах, для которых по требованиям технологии ЛДП можно определить нормы расхода. Например, на первичном приеме расходуется пара перчаток, шпатель и т.п.
- В-четвертых, необходимо решать проблему согласования наименований и единиц дозировки лекарственных средств, назначаемых врачами, и наименований и единиц учета расходных материалов в различных нормах с наименованиями и единицами учета расходных материалов в системе материального учета. Например, врач может назначить пациенту инъекцию инсулина, но при этом в материальном учете этот инсулин может значиться под своим отличным от «инсулин» торговым наименованием, например таким, как «Актрапид НМ».

Решить указанные проблемы и реализовать удовлетворяющий концепции детальный персонифицированный учет прямых материальных затрат ЛПУ можно с помощью принципиально нового подхода к организации материального учета, основанного на прецедентах.

2. ПРЕЦЕДЕНТЫ В СИСТЕМЕ МАТЕРИАЛЬНОГО УЧЕТА

В основе прецедентного построения материального учета лежит деление каждой записи о расходе на две части: требование на материалы и расход материалов. Формально запись о расходе имеет вид:

$$r = (N_1, V_1, M_1, N_2, V_2, M_2, A, \dots), \quad (1)$$

- где N_1 – наименование затребованного материала;
 V_1 – количество затребованного материала;
 M_1 – единицы измерения затребованного количества;
 N_2 – наименование израсходованного материала;
 V_2 – количество израсходованного материала;
 M_2 – единицы измерения израсходованного количества;

A – атрибут, указывающий на автора записи.

Далее в выражении многоточием переданы прочие опущенные нами атрибуты записи о расходе. В их число обычно входят ссылки на персону, на которую эти материалы были израсходованы (персонифицированный учет), ссылки на медицинскую карту (ассоциация с некоторым ЛДП), ассоциация с услугой, в рамках оказания которой произведен расход материала, дата и время создания записи, статус записи и т.п. Будем говорить, что две записи о расходе r^1 и r^2

$$r^1 = (N_1^1, V_1^1, M_1^1, N_2^1, V_2^1, M_2^1, A^1, \dots), \quad (2)$$

$$r^2 = (N_1^2, V_1^2, M_1^2, N_2^2, V_2^2, M_2^2, A^2, \dots), \quad (3)$$

порождают один и тот же прецедент p (выражаясь точнее, мы определяем на множестве записей о расходе отношение эквивалентности), если

$$(N_1^1 = N_1^2, N_2^1 = N_2^2, M_1^1 = M_1^2, M_2^1 = M_2^2, A^1 = A^2) \quad (4)$$

и

$$((V_1^1 > 0, V_2^1 > 0, V_1^2 > 0, V_2^2 > 0,$$

$$\text{и } V_1^1 / V_2^1 = V_1^2 / V_2^2)) \quad (5)$$

или

$$(V_1^1 = \text{null}, V_2^1 > 0, V_1^2 = \text{null}, V_2^2 > 0,$$

$$\text{и } V_2^1 = V_2^2)) \quad (6)$$

Выражение (6) позволяет учесть прецеденты, для которых в записях о расходе не были определены количественные требования к затребованному расходу (символически это передано условием $V = \text{null}$). Этот случай сложно учесть в модели прецедента, но исключительно для простоты дальнейшего изложения, не теряя ничего существенного, мы приводим более простую модель прецедента, основанную только на условиях (4) и (5).

Сам прецедент p будем обозначать следующим образом:

$$p = (N_1, M_1, N_2, M_2, P, A, R, D). \quad (7)$$

Где, в дополнение к уже введенным обозначениям, P – число, определяющее пропорцию между затребованным и отпущенным количеством в заданных единицах измерения;

R – число актуальных записей о расходе, порождающих данный прецедент, которое мы будем называть мощностью прецедента;

D – дата последней актуализации данного прецедента – дата самой последней записи о расходе, порождающей данный прецедент.

Для лучшего понимания приведем пример. Все данные в этом примере и в дальнейших примерах реальные и взяты из БД действующей МИС. Следующие две записи о расходе (атрибуты A, R, D не уточняем):

$$r^1 = ("Кавинтон", 15, "мг.", "Кавинтон 5мг. №50", 3, "табл.", A, \dots); \quad (8)$$

$$r^2 = ("Кавинтон", 10, "мг.", "Кавинтон табл. 5мг. №50", 2, "табл.", A, \dots); \quad (9)$$

порождают один и тот же прецедент p

$$p = ("Кавинтон", "мг.", "Кавинтон табл. 5мг. №50", "табл.", 5, A, R, D\dots), \quad (10)$$

с пропорцией $15 : 3 = 10 : 2 = 5$.

Создание прецедента в системе материального учета в медицине требует вполне определенных знаний. Рассмотрим следующую запись о расходе:

$$r = (" \text{Метрагил} ", 1000, " \text{ мг.} ", " \text{Метро - нидазол 0,5\% 100мл} ", 2, " \text{ шт.} ", A, \dots). \quad (11)$$

Видим, что медсестра соотнесла с назначенным врачом Метрагилом числящийся по материальному учету Метронидазол. Затем перевела указанную врачом дозировку 1000 мг в учетные единицы 2 шт., утя, что, согласно форме выпуска этого лекарственного средства (0,5% 100 мл), в 100 мл раствора содержится 0,5 г Метронидазола, а в двух упаковках соответственно 1 г = 1 000 мг.

Еще один пример. Рассмотрим три записи о расходе

$$r^1 = (" \text{Мексидол} ", 100, " \text{ мг.} ", " \text{Мексидол 100мг. / 2мл. №10} ", 1, " \text{ амп.} ", A, \dots); \quad (12)$$

$$r^2 = (" \text{Мексидол} ", 2, " \text{ мг.} ", " \text{Мексидол 100мг. / 2мл. №10} ", 1, " \text{ амп.} ", A, \dots); \quad (13)$$

$$r^3 = (" \text{Мексидол} ", 2, " \text{ мл.} ", " \text{Мексидол 100мг / 2мл №10} ", 1, " \text{ амп.} ", A, \dots). \quad (14)$$

Хотя каждый раз расход был один и тот же (одна ампула), требования выглядят по-разному. В 1-м случае врач указал объем раствора, а во 2-м и 3-м случае указано количество активного вещества в весовых и объемных единицах соответственно. Медсестра должна была правильно проинтерпретировать эти назначения и внести в информационную систему вышеуказанные записи о расходе. При этом в системе должны были быть зафиксированы следующие прецеденты:

$$p^1 = (" \text{Мексидол} ", " \text{ мг.} ", " \text{Мексидол 100мг / 2мл №10} ", " \text{ амп.} ", 100, A, R, D\dots); \quad (15)$$

$$p^2 = (" \text{Мексидол} ", " \text{ мг.} ", " \text{Мексидол 100мг / 2мл №10} ", " \text{ амп.} ", 2, A, R, D\dots); \quad (16)$$

$$p^3 = (" \text{Мексидол} ", " \text{ мл.} ", " \text{Мексидол 100мг / 2мл №10} ", " \text{ амп.} ", 2, A, R, D\dots). \quad (17)$$

Заметим, что в прецедентах у нас возникли две совершенно разные пропорции, хотя и между одними и теми же единицами: **100 мг : 1 амп. и 2 мг : 1 амп.** И оба этих прецедента, и, соответственно, обе эти пропорции формально правильные, если мы учтем различную семантику этих дозировок! Поэтому не надо считать, что прецедент сводится просто к указанию пропорции между единицами измерения типа **1 л = 1 000 мл.**

Сформулируем преимущества, которые дает введение в материальный учет прецедентов.

- Во-первых, мы избавляемся от проблемы контроля каждой записи о расходе, сводя контроль расхода к контролю прецедентов. Очевидно, что мощность множества прецедентов существенно меньше, чем мощность множества записей о расходе. В БД крупного московского ЛПУ при вводе в работу прецедентного материального учета примерно за один квартал зарегистрировано 468 679 записей о расходе и 21 626 соответствующих прецедентов. В этом примере мощность множества прецедентов примерно в 22 раза меньше мощности первичного множества записей о расходе. В дальнейшем мощность множества записей о расходе будет расти линейно, пропорционально времени, а мощность множества прецедентов будет иметь тенденцию к слабому росту, обусловленному в основном появлением новых пользователей системы (врачей и среднего медперсонала), а также связанному

с расширением номенклатуры материалов. Прецеденты еще разбиваются по авторам и, соответственно, по отделениям. В нашем примере имеем 91 автора. Реально в каждом отделении каждому уполномоченному лицу (аудитору) потребуется контролировать 1-3 тыс. прецедентов.

- Во-вторых, оперативный контроль сводится в основном только к анализу новых прецедентов. На появление новых записей о расходе, для которых уже имеются зарегистрированные в системе и признанные правильными прецеденты, можно при контроле не обращать внимания. Это позволяет сильно снизить нагрузку на пользователей – аудиторов, и свести ее к рассмотрению вновь созданных прецедентов и их анализу на предмет корректности.
- В-третьих, все зарегистрированные системой прецеденты обусловлены требованиями к подсистеме материального учета со стороны других подсистем – подсистемы назначения, подсистемы ведения клинических документов, подсистемы учета услуг. В идеальном варианте записей о расходе, не обусловленных требованиями, не должно быть. Списание материалов на отделенческие нужды также может быть обусловлено и оформлено сначала в виде требований. Лица, непосредственно расходующие материалы в ходе ЛДП (средний медперсонал), и вносящие записи о расходе в БД, как правило, не формируют в системе требования на материалы и, следовательно, не могут создать необоснованные с точки зрения ЛДП требования. Любая запись о расходе связана с требованием и им обусловлена. В этом – огромное преимущество рассматриваемого автоматизированного прецедентного материального учета перед материальным учетом, фиксирующим только лишь сам расход без его связи с требованием.
- В-четвертых, знание прецедентов позволяет реализовать в подсистеме материального учета механизм автоматической разности требований. Анализируя строку конкретного разносимого требования, система может обнаружить в БД подходящие для этой строки прецеденты. На основании выделенных, подходящих к затребованному, прецедентов можно попробовать автоматически выполнить разность. Для начала следует проранжировать выделенные подходящие прецеденты. В рассматриваемой модели прецедентов присутствуют атрибуты автора прецедента, мощности прецедента, даты последней актуализации прецедента. На основании этих атрибутов можно предложить различные простые стратегии ранжирования прецедентов. Например, сначала прецеденты ранжируются по авторам и в первую очередь применяются прецеденты, созданные самим пользователем, т.е. прецеденты, автором которых является сам пользователь. Затем прецеденты ранжируются по мощности (по мере убывания их мощности), т.е. в первую очередь применяются наиболее часто используемые прецеденты. При равенстве мощности двух прецедентов предпочтение может быть отдано тому, у которого дата актуализации старше. Очевидно, что это не единственная возможная стратегия. Например, можно включить в атрибуты прецедента признак его корректности и вести разность только на основании «правильных» прецедентов. Некоторые прецеденты могут быть нетипичными, хотя и правильными. Эти нетипичные маргинальные прецеденты также удобно размечать отдельным признаком и не использовать их при разности, хотя для нетипичных прецедентов хорошим фильтром также будет служить мощность прецедента. На основании отобранных, подошедших к затребованному и проранжированных прецедентов последовательно делается попытка связать имеющиеся материальные запасы с требованием. В случае успеха формируются связанные с затребованным автоматически разнесенные записи о расходе. Пользователю остается подтвердить правильность выполненной разности и изменить разность там, где он не согласен с результатом автоматической разности, и далее – окончательно завершить транзакцию, изменив материальные остатки. В результате, в общем случае, будут «подтверждены» ранее известные системе прецеденты (будет увеличена их мощность), а также будут созданы новые прецеденты.

- В-пятых, мы избавились от необходимости отдельно, специально выполнять согласование справочников различных подсистем. Например, подсистемы назначений и подсистемы материального учета. Собственно, сами прецеденты теперь предоставляют нам механизм согласования.
- В-шестых, прецеденты, связывая требования и отпуск, становятся элементами базы знаний системы. Появление нового прецедента равносильно появлению новых знаний в системе, за которым следует возникновение соответствующих событий, например, уведомления о необходимости контроля нового прецедента – необходимости проверки новых знаний, немедленная возможность функционального использования новых знаний, например, для выполнения автоматической разности.

3. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ В МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Перейдем к рассмотрению принципов формирования требований в системе материального учета. Источником требований для медицинской информационной системы являются назначения врача, которые часто формализованы, а также свободные записи врачей в различных медицинских документах. Например, врач-стоматолог делает запись в амбулаторной карте стоматологического пациента и указывает в записи свободным текстом использованный на приеме анестетик, пломбирочный материал и т.п. Лечебно-диагностические манипуляции можно рассматривать как оказываемые пациенту услуги. Часто с исполнением услуги связаны расходы материалов для различных услуг. Мы рассмотрим все указанные нами случаи.

Формирование требований на основе формализованных назначений

В первую очередь речь идет о медикаментозных назначениях. Формализация назначений – это отдельная проблема, которую детально мы не будем затрагивать в этой статье. Интересующиеся ею читатели могут обратиться к известному стандарту HL7. В формализованном медикаментозном назначении (комплексе) выделяются наименования входящих в комплекс лекарственных средств, количество и единицы предписанной дозировки, концентрации растворов, формы выпуска, указываются атрибуты, определяющие периодичность исполнения данного назначения. Некоторые атрибуты могут в назначениях опускаться. Приведем несколько примеров формулировок назначений:

- «Бактисубтил капс. 35 мг 1 мг. + Борная к-та порош. 5,0 1 фл. + Варфарин Никомед табл. 2,5 мг. 1 мг. 3 раза в сут. Внутривенно струйно»;
- «Цефазолина натриевая соль 1,0 в/в и в/м по 2 г 1 раз в сут. за 30 мин. перед операцией»;
- «Хумулин Р раствор подкожно 8-5-8 ед.»;
- «Тавегил перорально по 1т х 2 раз в день»;
- «Внутрисуставная блокада»;
- «Диклофенак на ночь».

Будем считать, что все эти назначения формализованы и «понятны» системе. Тогда в случае исполнения всех этих назначений мы можем сформировать для системы материального учета следующие требования (левые части записей о расходе):

$r1 = (\text{«Бактисубтил капс. 35 мг», } 3, \text{ «мг», «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r2 = (\text{«Борная к-та порош. 5,0», } ?, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r3 = (\text{«Варфарин Никомед табл. 2,5 мг», } 3, \text{ «мг.»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r4 = (\text{«Цефазолина натриевая соль 1,0», } 4, \text{ «г»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r5 = (\text{«Тавегил», } 2, \text{ « т»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r6 = (\text{«?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots);$

$r7 = (\text{«Диклофенак», «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, \text{ «?»}, A, \dots),$

где знаками «?» мы заменили неопределенные значения атрибутов записей о расходе. В частности, в назначении «Внутрисуставная блокада» лекарственное средство вообще не определено и подразумевается неявно (сравни «Новокаиновая блокада»), поэтому 6-я запись у нас полностью не определена. Мы специально выбрали такие примеры, чтобы показать всю сложность формализации назначений и формирования на их основе требований. Несмотря на отмеченную сложность, формализация назначений в МИС является наиболее предпочтительным решением проблемы формирования требований на материальные ресурсы.

Формирование требований на основе разборки свободного текста

Использовать формализованную систему назначений удастся не всегда. В ряде случаев врачи предпочитают заполнению формальных полей и выбору значений из формализованных справочников прямой ввод текста назначения, или же включение информации об израсходованных материалах непосредственно в свободный текст медицинского документа. Поэтому возникает задача формирования требований на основе разборки свободного текста.

В самом простом варианте, в случае заранее известного перечня требуемых материалов, можно использовать тривиальный разборщик, основанный на заданном домене выделяемых из текста образцов. Например, в домен врача стоматолога-терапевта включаются лекарственные средства, используемые для анестезии, пломбирочные материалы. Врач непосредственно в тексте осмотра стоматологического пациента делает записи о выполненных лечебно-диагностических манипуляциях и указывает использованные лекарственные средства и материалы. При анализе текста осмотра разборщик ищет в тексте образцы из соответствующего домена и, в случае выявления вхождения образца в текст, включает этот образец в формируемое требование. Для удовлетворения требованиям орфографии русского языка и усиления возможностей разборщика в домен можно включать образцы материалов в различных допустимых в тексте падежах.

В настоящее время в ИПС РАН разработан экспериментальный разборщик формулировок врачебных назначений различных типов. Формулировка делается врачом в виде свободного текста, как если бы врач внес ее письменно непосредственно в бумажную меди-

цинскую карту. При этом на формулировку накладываются очень легкие формальные требования. Например, в формулировке комплекса медикаментозных назначений для отделения компонентов комплекса друг от друга, и только для этого, используется знак-разделитель «+», а для отделения компонентов суточного курса – знак-разделитель «-». Примеры формулировок, удовлетворяющих этим требованиям, уже были приведены выше. Тип разбираемой формулировки считается заранее известным. Назначение каждого типа формализовано и состоит из нескольких формальных элементов. Разборщик выделяет элементы назначений. Алгоритм разбора основан на нескольких принципах:

- использовании при разборе известных доменов возможных значений для некоторых элементов (наименование лекарственных средств, единицы дозировки и т.п.);
- использовании позиционных принципов (знание относительной позиции элемента в формулировке);
- задании логики определения порядка выделения элементов;
- возможности непосредственного выделения пользователем отдельных элементов. Разработанный прототип разборщика показал хорошие результаты и в настоящее время готовится к опытной эксплуатации.

Полученные предварительные результаты обнадеживают и допускают возможность формирования требований на основе анализа свободного текста.

Формирование требований на основе нормативных шаблонов

В медицине часто удается определить средний расход материалов, связанный с исполнением той или иной услуги, т.е. определить норму расхода на услугу. В качестве примеров приведем две нормы, разработанные специалистами ФГУ «Клиническая больница Управления делами Президента РФ» (табл. 1, 2).

Таблица 1

НОРМА РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛУГИ «ВВЕДЕНИЕ ИНСУЛИНА»

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норма списания
1	Шприц инсулиновый с иглой одноразовый	Шт.	1,0
2	Игла одноразовая для внутримышечных инъекций	Шт.	1,0
3	Ватные шарики стерильные	Гр.	1,0
4	Спирт этиловый 70%	Гр.	1,5
5	Перчатки нестерильные	Пара	1,0

Таблица 2

НОРМА РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛУГИ «ВЕНОСЕКЦИЯ»

№	Наименование материала	Ед. изм.	Норма списания
1	Йод 70%	Мл.	3,0
2	Спирт 70%	Мл.	5,0
3	Ватные шарики	Гр.	0,5
4	Шпатель	Шт.	1,0
5	Салфетки марлевые (марля)	Метр	0,1
6	Шприц (10) с иглой	Шт.	1,0
7	Игла одноразовая для внутримышечных инъекций	Шт.	2,0
8	Перчатки	Пара	2,0
9	Маска	Шт.	2,0
10	Ролепласт 5x1000	Метр	0,2
11	Катетер	Шт.	1,0
12	Одноразовое лезвие скальпеля	Шт.	1,0
13	Перекись водорода 3%	Мл.	20,0

Разработка подобных норм является весьма трудоемким делом, но наличие обоснованных норм в информационной системе заметно улучшает качество материального учета. По нашему мнению, нормы должны использоваться в описываемой нами концепции прецедентного материального учета не столько для организации именно нормативного списания, сколько в качестве шаблонов. Это связано с тем, что в ходе оказания услуг всегда могут возникнуть отклонения расхода материалов от нормы. Например, для внутривенного введения растворов лекарственных веществ, согласно норме, требуется и может быть израсходована одна «система для внутривенных вливаний», что и отражается в норме расхода материалов для услуги «Внутривенная капельница». Если врач назначил пациенту несколько внутривенных капельных введений (несколько внутривенных капельниц), то может оказаться возможным ввести пациенту все растворы с помощью только одной системы для внутривенных вливаний. Поэтому в общем случае количество реально израсходованного материала может не совпадать с количеством, указанным в норме и взятым в кратности исполненным услуг. Поэтому нормы используются для формирования требований, но реальный расход, конечно же, по разным причинам может значительно отличаться от нормативного.

4. АПРОБАЦИЯ ПРЕЦЕДЕНТНОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЧЕТА В МИС

Для авторов статьи чрезвычайно важно, что наши концептуальные построения не ограничились чисто теоретической разработкой, но что все они нашли свое практическое применение. Основная апробация прецедентного материального учета состоялась в 2008 г. в Федеральном государственном учреждении «Клиническая больница Управления делами Президента Российской Федерации» (ФГУ Клиническая больница). В течение 2008 г. ИПС РАН разработал соответствующие программные средства для ведения прецедентного материального учета, а специалисты ФГУ Клиническая больница разработали нормы расхода материалов для всей номенклатуры оказываемых в отделениях ФГУ Клиническая больница услуг. В рамках внедрения МИС в ФГУ Клиническая больница в отделениях делались назначения, фиксировались исполнения назначений и, соответственно, исполнения ассоциированных с назначениями услуг. Система позволяет пользователю, ведущему персонализированный материальный учет, отобразить произвольное множество исполненных назначений (оказанных услуг) и относительно этого множества сформировать документ о материальных расходах, понесенных в связи с исполнением отобранного множества услуг. Принципы отбора множества исполнений могут быть самые разные. Например, отбираются все исполнения, связанные с одним пациентом за весь период нахождения этого пациента в стационаре, или отбираются все исполнения по всем пациентам за одну смену работы постовой медсестры. Для отобранного множества исполнений (оказанных персонализированных услуг) система автоматически(!), на основании разбора формализованных назначений, на основании ассоциированных с услугами норм и известной кратности исполнения услуг, создает документ о расходе, полностью заполняет левую часть документа требованиями, выполняет автоматическую разность этих требо-

ваний по имеющимся материальным запасам на основании известных системе прецедентов. Ниже приводим (частично) реальный пример формирования документа о расходе для одного пациента за один день пребывания в хирургическом отделении №2 главного корпуса ФГУ Клиническая больница (табл. 3).

Результаты практического применения прецедентного материального учета в ФГУ Клиническая больница полностью удовлетворили как разработчиков системы, так и заказчиков. На этих же принципах был реализован персонифицированный учет лабораторных материалов в лаборатории ФГУ Клиническая больница. В настоящее время рассматривается возможность внедрения прецедентного материального учета и в других крупных лечебных учреждениях.

Таблица 3

ПРИМЕР ДОКУМЕНТА О РАСХОДЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Заполняется полностью автоматически и не подлежит изменению			Предзаполняется автоматически на основании прецедентов, затем может корректироваться пользователем		
Наименование затребованного материала	Кол-во	Ед. изм.	Наименование израсходованного материала	Кол-во	Ед. изм.
Бинт нестерильный (5 × 10)	1	Шт.	Бинт марлевый 7 м × 14 см н/стер.	0,25	Метр
Ватные шарики стерильные	1,75	Гр.	Ватные шарики	1,75	Гр.
Глюкоза	800	Мл	Глюкозы р-р 5% 500 мл КП-1	2	Шт.
Кеторолак	60	Мг	Кеторолак амп. 30мг/мл 1мл №10	2	Амп.
Омепрозол	40	Мг	Омепразол капс. 0,02 № 30	1	Капс.
Салфетка марлевая стерильная (14 × 16)	2	Шт.	Салфетка стер.	2	Шт.
Система для внутривенных вливаний КДМ	1	Шт.	Системы инфузионные для перелив. растворов КДМ	1	Шт.
Спирт этиловый 70%.	3	Гр.	Спирт этиловый 70% 2 600 гр	3	Гр.
Цефотаксим	2	Гр.	Цефотаксим пор. д/ин. в/в и в/м фл. 1 г	1	Фл.
Шприц одноразовый с иглой 10,0	1	Шт.	Шприц одноразовый 10 мл с иглой 0,8 × 40	1	Шт.
Шприц одноразовый с иглой 20,0	2	Шт.	Шприц одноразовый 10 мл с иглой 0,8 × 40	2	Шт.
Шприц одноразовый с иглой 5,0	2	Шт.	Шприц одноразовый 2 мл с иглой 0,6 × 30	2	Шт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе сформулирована концепция материального учета, интегрированного в лечебно-диагностический процесс. Указывается, что на пути следования этой концепции возможно достижение нового качества в управлении прямыми затратами ЛПУ. Сформулированы специфические для медицины требования к материальному учету. Разработана концепция и архитектура прецедентного материального учета и указано на реализацию и практическую апробацию этой архитектуры. Полученные результаты могут быть использованы в корпоративных медицинских информационных системах.

Литература

1. Калинин А.Н. Управление материальными ресурсами ЛПУ в МИС. Аптека и диетпитания [Текст] / А.Н. Калинин, В.Л. Малых, Т.Ш. Юсуфов // Врач и информационные технологии. – 2006. – №4. – С. 87-90.
2. Кадыров Ф.Н. Экономические методы оценки эффективности деятельности медицинских учреждений [Текст] / Ф.Н. Кадыров. – М.: Менеджер здравоохранения, 2007.
3. Мчедлидзе Т.Ш. Управление медицинским бизнесом [Текст]: система управления стоматологической организацией / Т.Ш. Мчелидзе, В.М. Янченко, М.К. Касумова. – СПб.: МЕДИ издательство, 2007.
4. Нагибович А.Р., Умаров С.З. Формулярная система как инструмент реформирования здравоохранения [Текст] / А.Р. Нагибович, С.З. Умаров // Менеджер здравоохранения. – 2005. – №3. – С. 17-23.
5. Назаренко Г.И., Полубенцева Е.И. Управление качеством медицинской помощи [Текст] / Г.И. Назаренко, Е.И. Полубенцева. – М.: Медицина, 2000.
6. Рудакова А.В. Фармакоэкономический анализ в организации централизованного лекарственного обеспечения [Электронный ресурс] / А.В. Рудакова // ФАРМиндекс-Практик. – 2004. – Вып. 6. , 2004, стр. 47-52. URL: http://www.pharmindex.ru/practic6_farmacoterapia.html.

Ключевые слова

Информационная система; медицинская информационная система; материальный учет; себестоимость услуг; финансовый анализ; архитектура информационной системы; прецеденты; управленческий учет; учет прямых затрат; лечебно-диагностический процесс.

Малых Владимир Леонидович

Гулиев Ядулла Иман оглы

Крылов Александр Игоревич

Рюмина Елена Викторовна

РЕЦЕНЗИЯ

Статья посвящена проблемам создания информационной системы материального учета в медицинских учреждениях. Значение внедрения такой системы определяется предоставляемой ею возможностью значительно сократить прямые затраты в медицине, а также повысить качество медицинского обслуживания.

Постановка задачи и результаты проведенного исследования характеризуются научной новизной. Тщательность разработок и четкость их изложения являются доказательством правомерности предлагаемого подхода.

Идея принципиально нового подхода – прецедентного учета – направлена на преодоление общего для многих информационных систем учета данных недостатка, состоящего в невозможности оперативного выделения и анализа новой информации. Система учета прецедентов значительно упрощает решение этих задач.

Кроме того, система прецедентного учета в медучреждениях, фиксирующая как требования, так и расход материальных средств, обеспечивает их соответствие медицинским стандартам. При этом любое отклонение от справочной информации становится новым прецедентом и, следовательно, – предметом тщательного анализа на допустимость.

Разработанная информационная система уже внедряется в ряде стационаров и успешно прошла апробацию. Обеспечиваемые ею новые возможности материального учета будут способствовать оптимизации управления затратами в медучреждениях.

Подход, предложенный в статье, является новаторским, очень четко и доходчиво изложен, сопровождается практическими примерами и, несомненно, будет интересен и полезен читателям. Статья заслуживает рекомендации к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Хрусталева Е.Ю., д.э.н., профессор, в.н.с. Центрального экономико-математического института РАН

11.2. PROBLEMS OF AUTOMATION OF CALCULATION OF DIRECT MATERIAL EXPENDITURES IN MEDICINE. PRECEDENT-BASED ARCHITECTURE OF MATERIALS ACCOUNTING

V.L. Malykh, Ph. D., Head of Laboratory
in Research Centre for Medical Informatics,
Program Systems Institute, RAS;

Y.I. Guliev, Ph.D., Director of Research Centre for
Medical Informatics, Program Systems Institute, RAS;

A.I. Krylov, Deputy Head Physician of Federal State
Institution «Clinical Hospital» of the President

of Russian Federation Administrative Department;

E.V. Ryumina, Doctor of Science (Economics), Professor,
Principal Researcher, Market Economy Institute, RAS

The main goal of this work is to work out the concept and the architecture of a precedent-based architecture of materials accounting that would be integrated into medical information system. The advantage of integration lays in providing the ability of direct economical analysis and of control of direct material expenditures. An innovative architectural solution is suggested, that allows building the automated system of materials accounting that is based on precedents. Basic conceptual principles of such architecture are described here. The results of practical approbation of such solution are provided also, which can be useful for automation of materials accounting and in economical analysis of direct expenditures in miscellaneous types of medical institutions.

Literature

1. A.N. Kalinin, V.L. Malykh, T.S. Yusufov. Materials management in medical information system. Medicines and foods. *Vrach i informatsionniye tekhnologii*, N4, 2006, p.87-90.
2. F.N. Kadyrov. Economical methods of working effectiveness evaluation of medical institutions. – M.: Publishing house «Menedzher zdravookhraneniya», 2007.
3. T.S. Mchedlidze, V.M. Yanchenko, M.K. Kasumova. Medical business management: Managerial system of stomatological organization. – St.Pb.: ООО «MEDI izdatelstvo», 2007.
4. A.R. Nagibovich, S.Z. Umarov. Essential medicines system as a method of public health services reform. *Menedzher zdravookhraneniya*, N3, 2005, p. 17-23.
5. G.I. Nazarenko, E.I. Polubentseva. Medical services quality management. – M.: Meditsina, 2000.
6. A.V. Rudakova. Pharmacological economical analysis of centralized medical supply. – «FARMindeks-Praktik», issue 6, 2006, p. 47-52. Available at http://www.pharmindex.ru/practic/6_farmacoterapia.html

Keywords

Information system; medical information system; materials accounting; services cost price; financial analysis; information system architecture; precedents; management accounts; direct expenditures accounting; medical diagnostic process.