

Д. В. Бельшев, Я. И. Гулиев

Использование технологий штрих-кодирования в медицинских информационных системах

Аннотация. В статье проводится анализ способов применения технологии штрих-кодирования в медицинских информационных системах.

1. Введение

Один из основных вопросов, которым озабочены медики всего мира, — безопасность пациентов. В 2000 г. Институт медицины (Institute of Medicine — ИОМ) опубликовал отчет «To Err is Human» («Человеку свойственно ошибаться») о причинах медицинских ошибок и о том, как их предотвратить. Технология автоматической идентификации (штриховое кодирование) стала одним из инструментов, рекомендованных ИОМ для предотвращения медицинских ошибок. В результате, в феврале 2004 г. Министерство здравоохранения и социального обеспечения США опубликовало окончательное правило, требующее к апрелю 2006 г. ввода в действие машиночитаемых штриховых кодов на упаковках лекарственных средств, биологических препаратов и препаратов крови, применяемых в больницах.

Способность получения информации при помощи штрих-кодов позволяет специалистам здравоохранения верифицировать: правильный ли лекарственный препарат был применен, в правильное ли время, для того ли пациента, в правильной ли дозе, по правильному ли направлению («пять правил пациента»). Штрих-коды могут стать не просто выгодной для применения технологией, самое главное, что они смогут сохранять человеческие жизни.

Другим узким местом человеко-машинного взаимодействия, помимо повышенной вероятности ошибки, является существенное ограничение скорости работы (что особенно важно при потоковом обслуживании клиентов). Если для идентификации пациента возможно использование персональных магнитных карт (на приеме врача, при

записи в регистратуре), то в случае работы с бумажными носителями, от которых отказаться невозможно в силу требований законодательства (амбулаторная карта пациента, история болезни, направления, рецепты и т.п.) идентификация пациента является исключительно ручной операцией. Снабдив все печатные формы, порождаемые МИС, их уникальными идентификаторами, позволяющими автоматизированное считывание (штрих-кодами), а также оснастив информационную систему механизмом поиска документов по коду, можно достичь существенного ускорения и унификации работы с бумажными документами.

Анализируя дальнейшие пути повышения эффективности работы пользователей МИС, можно обнаружить, что не только документы требуют кодирования. Для ускорения работы, закодированными могут быть сами действия персонала в информационной системе. Оператору может быть предоставлен, дополнительно к оконной форме с управляющими элементами, листок бумаги, на который будут нанесены штрих-кодовые наименования основных операций сотрудника. Процесс работы в таком случае будет выглядеть так: при необходимости выполнить действие (например, создать документ, выдать справку, зафиксировать факт исполнения процедуры), оператору достаточно считывателем штрих-кода выполнить чтение соответствующих кодов с листа бумаги, причем формирование данного списка может быть предоставлено самому оператору. Таким образом, оператор сам получает возможность оптимизировать свои функции. Данный подход позволит понизить требования к квалификации оператора, так как аналогичная настройка рабочего места в рамках рабочего модуля в информационной системе потребует существенно больших навыков, чем печать на листе бумаги основных операций.

Помимо лечебно-диагностического процесса, развитый механизм работы со штрих-кодированием является востребованным в таких областях, где автоматизированное считывание кодов является традиционным: складской учет, аптечная система, диетпитание. При этом необходимо отметить, что просто использовать готовые решения для этих подсистем может быть невозможно, так как перечисленные системы являются модулями единой информационной системы ЛПУ, и необходимо иметь единые общесистемные механизмы работы, что, разумеется, не удастся достичь при использовании разных технологических решений в разных задачах.

2. Технология штрих-кодирования

Ручной ввод кода изделия, позиции или строки документа, предварительная подготовка данных на машинных носителях требуют больших затрат ручного труда, времени и внимания, что часто приводит к ошибкам, и поэтому этап ввода информации в ЭВМ стал узким местом современных автоматизированных систем обработки данных.

В настоящее время в мире создаются и используются автоматизированные системы обработки данных с применением машиночитаемых документов, одной из разновидностей которых являются документы со штриховыми кодами. К машиночитаемым относятся товаросопроводительные документы, ярлыки и упаковки товаров, чековые книжки и пластиковые карточки для оплаты услуг, магнитные носители.

В последнее время наиболее перспективным и быстроразвивающимся направлением автоматизации процесса ввода информации в ЭВМ для ряда областей использования вычислительной техники является применение штриховых кодов в силу простоты, универсальности и низкой стоимости данной технологии идентификации [1].

Штриховой код представляет собой чередование темных и светлых полос (в общем случае пятен) разной ширины. Информацию несут относительные ширины светлых и темных полос и их сочетания, при этом ширина этих полос строго определена. Темные полосы называют штрихами, а светлые — пробелами (промежутками). Штриховые коды считываются специальными оптическими считывателями (читающими устройствами) различных типов, включая лазерные, которые, воспринимая штрихи, пробелы и их сочетания, декодируют штриховой код с помощью микропроцессорных устройств, осуществляют заложенные в кодах методы контроля и выдают на табло, в ЭВМ или другие устройства значения этих кодов в определенном алфавите (цифровом, алфавитно-цифровом и пр.).

2.1. Классификация штрих-кодов

Изображение штрих-кодовой метки создают на ПК при помощи специализированных прифтов или в виде графического изображения. Помимо изображения штрихового кода на макете упаковки или

этикетки может присутствовать поле с алфавитно-цифровым эквивалентом штрих-кода и дополнительная текстовая и графическая информация, предназначенная для прочтения человеком. На сегодняшний день выделяют два типа штриховых кодов: линейные (одномерные) и двухмерные.

2.1.1. Одномерный штрих-код

Одномерный штрих-код можно встретить на большинстве товаров. Он представляет собой ряд прямоугольных полос, разделенных промежутками. Информация в нем содержится только в одном измерении и может быть считана обычным однолучевым сканером. Наиболее распространенные линейные символы: EAN, UPC, Code39, Code128, Codabar, Interleaved 2 of 5. Линейные символы позволяют кодировать небольшой объем информации (до 20–30 символов — обычно цифр) с помощью несложных штрих-кодов, читаемых недорогими сканерами.

2.1.2. Двухмерный штрих-код

Двухмерными называются символы, разработанные для кодирования большого объема информации. Двухмерный код считывается при помощи специального сканера двухмерных кодов и позволяет быстро и безошибочно вводить большой объем информации. Расшифровка такого кода проводится в двух измерениях (по горизонтали и по вертикали). Кроме того, многострочные символы включают в себя специальные механизмы по сжатию данных (защите их от повреждения, связыванию информации), представленных в нескольких символах, в один большой файл, представлению различных наборов знаков в одном сообщении. Сегодня разработано более 20 различных символов двумерных штрих-кодов. Наибольшее распространение получили коды PDF 417, MaxiCode, Data Matrix, Aztec Code.

2.1.3. Значащий и незначащий штрих-код

Значащий штрих-код явным образом представляет закодированные данные, например, резистор сопротивлением 5 Ом, мощностью 2 Вт кодируется штрих-кодом «R5/2», т.е. посмотрев на человекочитаемую часть (знаки под штрих-кодом) без сканера можно сказать, что это за деталь. Незначащий штрих-код представляет собой ссылку на строку в базе данных, где дается полное описание детали. Пример: под

штрих-кодом 46089765 в базе данных предприятия значится «молоток 500 г». Выбор того или другого штрих-кода в основном обусловлен работающим с ним программным обеспечением.

2.2. Аппаратная поддержка маркировки и считывания штрих-кода

2.2.1. Печать штрих-кодов

Для определенного типа задач требуются специализированные принтеры, которые печатают штрих-код товара на этикетки, которые наносятся на упаковку для маркировки. Принтеры штрих-кода отличаются между собой принципом работы и производительностью. По принципу работы выделяются два типа специализированных принтеров: принтеры с термопечатью (термопринтер) и термотрансферентные принтеры. Эти типы устройств отличаются технологией нанесения изображения, что обуславливает стойкость изображения, а также стоимость нанесения.

Для части задач требуется, чтобы штрих-код являлся частью формируемого документа, поэтому необходима возможность встраивания штрих-кода непосредственно в печатную версию документа. Техническое решение этой задачи зависит от технологии реализации печатных документов, а также необходимого типа штрих-кода, прежде всего, значение имеет факт, является штрих-код линейным или двухмерным. Наиболее простой способ включения одномерного штрих-кода в документ — это использование шрифта, реализующего штрих-код. Таким образом могут печататься такие символика, как Code 128, Code 39, Interleaved 2 of 5, UPC, EAN. Для двухмерного шрифта такая непосредственная печать недоступна ввиду сложности двухмерных штрих-кодов, тем не менее, имеются программные средства, позволяющие преобразовывать вводимый текст в необходимый формат с последующим использованием специализированных шрифтов. Альтернативой шрифтам является формирование графического файла со штрих-кодом. Данный вариант является наиболее универсальным, но требует наличия специализированного программного обеспечения, формирующего штрих-кодovou метку. Отметим, что для обоих из перечисленных вариантов требуется использование принтера высокой чёткости, способного печатать графические изображения.

2.2.2. Считывание штрих-кодов

Считывание информации штрих-кода производится при помощи специальных устройств — считывателей (сканеров) штрих-кода. Принцип их работы заключается в преобразовании закодированной графической информации в алфавитно-цифровой вид и передача полученных данных в компьютер. Считав информацию и выполнив ее преобразование, сканер передает данные в компьютер, где прикладное ПО может их воспринимать как последовательность напечатанных от руки символов. По окончании ввода следует финализирующая команда, позволяющая начать обработку полученной информации. Для разных задач, к решению которых привлекается штрих-кодирование, могут предъявляться разные требования к мобильности персонала, использующего штрих-кодovou информацию. Задача считывания может решаться как на стационарном рабочем месте, так и в мобильном варианте, когда передача данных от считывателя к ПК осуществляется по беспроводному каналу.

3. Задачи применения штрих-кодирования в медицине

В основе любого взаимодействия персонала ЛПУ и МИС лежит процесс идентификации. Это и идентификация пользователя в системе, поиск нужного пациента, отбор необходимых документов, поиск и применение нужных лекарств, процедур, анализов и т.п. Эффективность решения задачи идентификации в информационной системе существенно повышает общую скорость и эффективность работы с ней персонала. Штрих-кодирование в большинстве случаев выполняет функцию быстрого и надёжного средства для выполнения идентификации различных объектов. Ниже мы рассмотрим наиболее частые операции идентификации, необходимые при работе с МИС, а также некоторые другие области применения штрих-кодовой информации, где штрих-код выступает как самостоятельный носитель данных.

3.1. Идентификация персон

3.1.1. Пользователи информационной системы

Работа пользователя в МИС обязательно начинается с его самопредставления (идентификации) в системе. Привычная процедура идентификации выглядит как ввод личного имени и пароля пользователя. Нередко в дополнение к процедуре ручного ввода идентификационных данных пользователю предоставляют возможность

представиться в системе посредством тех или иных средств автоматического опознавания пользователя. К таким средствам относятся магнитные карты, специальные электронные ключи и карты со штрих-кодовой информацией. Первые два способа являются более надёжными, поскольку не имеют информации, которую может непосредственно воспринимать человек. Вариант со штрих-кодом является не более чем способом избавления пользователя от набора идентификационных данных на клавиатуре. Тем не менее, идентификация при помощи штрих-кода имеет достаточно большой плюс в силу его относительной дешевизны как при маркировке персональных карт, так и при их считывании (тем более, если считыватель штрих-кода будет установлен на рабочем месте пользователя для решения многих задач в МИС), в то время как работа с электронными и магнитными носителями требует наличия специального программно-аппаратного обеспечения, альтернативное применение которого на рабочем месте пользователя является маловероятным.

3.1.2. Пациенты

Если идентификация пользователя в системе является операцией редкой (ее достаточно проводить один раз за сеанс работы с информационной системой), то идентификация пациента — это чрезвычайно частая операция, выполняемая многократно в течение всего нахождения пациента в стенах ЛПУ, начиная от предварительной записи в регистратуре, в кабинете врача, в процедурном кабинете, в кассе при оплате услуг и так далее. Снабжение всех пациентов магнитными картами, а всех рабочих мест устройствами их считывания достаточно дорого, в то же время маркировка штрих-кодовыми данными документов, имеющих на руках у пациента (пропуск, амбулаторная карта, талон предварительной записи в регистратуре и т.п.), является вполне приемлемым решением.

3.2. Идентификация документов

Одним из наиболее частых способов применения штрих-кодов является маркировка печатных версий документов, порождаемых информационной системой. В большинстве случаев, достаточно закодировать идентификатор документа, чтобы тем самым установить связь между бумажной и электронной версией медицинского документа.

3.2.1. *Повторная печать документа*

Возможны разные способы использования идентификаторов бумажных документов при работе с информационной системой. Прежде всего, возможен режим вызова соответствующего электронного документа для его повторной печати, дополнения или корректировки (если документ позволяет такие действия, например, для уточнения данных в выданной справке).

3.2.2. *Идентификация персоны по документу*

Помимо прямой идентификации документа, возможно его опосредованное использование, например для идентификации пациента, которому данный документ был выдан. В этом случае любой документ, который был когда-либо порожден системой и имеет свой закодированный идентификатор, может служить средством быстрой идентификации пациента. По аналогии с пациентом документ может быть использован для идентификации врача, выдавшего данный документ.

3.2.3. *Идентификация действия по документу*

Наконец, можно предусмотреть режим, при котором уже сформированный документ может служить идентификатором действия, необходимого оператору. Например, если, имея уже выбранного пациента, оператору требуется создать документ определенного типа, то для указания информационной системе, что за тип документа требуется создать, может быть использован уже имеющийся бумажный документ, снабженный идентификатором. Таким образом, оператор не выбирает нужный вариант из списка названий возможных документов, а просто сообщает системе, что ему нужен «такой же» документ, что в некоторых случаях может упростить работу оператора.

3.3. **Идентификация материальных ценностей**

3.3.1. *Складской учет*

Крупный клинический центр помимо основных лечебных и диагностических служб имеет в своей структуре многочисленные вспомогательные подразделения, в задачи которых входит обеспечение

нужд основной деятельности. Наиболее крупные и значимые вспомогательные подразделения — это аптека, пищеблок, склады медикаментов и медицинского инвентаря. Общей чертой всех этих довольно разных структур является необходимость работы с большим количеством материальных средств и, соответственно, вести их учёт, осуществлять контроль за поступлением и расходом, планировать закупки и т.д. Для эффективного управления данными структурами требуется своевременный и точный контроль за процессами. Действенным средством, позволяющим проследить путь материальных ценностей от закупки и хранения его на складе до отпуска, является идентификация. Наибольшее распространение в аналогичных структурах в торговле, на производстве и на складе получили системы штрих-кодовой и радиочастотной идентификации.

Складская система управления является связующим звеном между медицинской информационной системой и системой управления заказами (будь то заказы медикаментов в аптеке, либо продуктов питания службе диетпитания), которая взаимодействует с каналами снабжения. Используя современные информационные технологии, можно существенно повысить производительность и эффективность работы склада, что в свою очередь приносит значительный экономический эффект за счет сокращения издержек. Основные задачи, которые должна решать складская система в рамках МИС:

- управление размещением/перемещением товара на складе;
- учет партионный/индивидуальный;
- планирование поступления товара;
- комплектация и отбор продукции.

При этом руководитель ЛПУ получает возможность точного и своевременного сбора информации, создания любых отчетов по деятельности склада; и в итоге - возможность на основании этих отчетов оптимизировать работу. По данным различных источников — российских и зарубежных, в целом производительность работы склада возрастает минимум на 20–30 процентов, трудозатраты уменьшаются на 25 процентов и более, а точность учета достигает 99 процентов.

3.3.2. Задачи инвентаризации

Немаловажной задачей учета материальных ценностей является задача инвентаризации, решаемая не только на складах, но и рабочих помещениях ЛПУ. Деятельность по учету и контролю за наличием и перемещением материальных ценностей, включая приборы, мебель,

литературу является достаточно трудоемкой операцией, требующей больших усилий, в том числе при решении задачи идентификации тех или иных ценностей. Преимущественно это делается присвоением инвентарных номеров, которые пишутся или в лучшем случае распечатываются, а потом приклеиваются на те или иные предметы. Проверяющие вынуждены считать достаточно длинные номера и сверять их с описью, что весьма затруднительно. Использование штрих-кодов для решения данной задачи потребует наличия мобильного компьютера и сканера штрих-кодов у оператора, а также маркеров штрих-кодов на материальных ценностях. После выполнения данных требований задача проведения инвентаризации сводится к сканированию соответствующих маркеров на предметах и автоматической сверки полученных кодов с данными описи. Очевидно, описанный подход существенно ускоряет процесс проведения инвентаризации и сокращает количество ошибок.

3.4. Идентификация в лабораторной диагностике

Основная задача лабораторной службы заключается в максимальном удовлетворении клинических подразделений лечебных учреждений лабораторной информацией необходимого качества и количества по всей номенклатуре показателей с минимальными сроками выполнения и получения результатов лечащими врачами. Возрастающая потребность клиницистов в анализах в настоящее время привела к тому, что удельный вес лабораторных анализов в общей структуре диагностических процедур в крупной многопрофильной больнице достигает 90%, причем число исследований увеличивается ежедневно на 5–10%. Постоянно расширяется номенклатура лабораторных показателей, общее количество которых сегодня достигает 400. Это приводит к необходимости совершенствования деятельности лаборатории как в структурно-организационном отношении, так и в направлении повышения ее производительности, качества и надежности исследований [2].

Использование технологий быстрой и точной идентификации позволяет повысить степень автоматизации информационных и технологических процессов внутри лабораторий. Среди задач, решаемых с привлечением технологии штрих-кодирования, можно отметить:

- идентификация и регистрация биоматериала и заказов на его исследование по штрих-код маркировке на контейнере;

- автоматизация выполнения исследований, включая ввод и обработку данных с автоанализаторов;
- учет поступления и использования химреактивов, оборудования и принадлежностей к нему.

Целью автоматизация идентификации здесь является повышение производительности труда и качества исследований, использование расходных материалов, сокращение рутинных трудозатрат персонала лаборатории. Помимо решения чисто экономических задач, достигается повышение надежности определения принадлежности биоматериалов к конкретному пациенту, фактически, исключая возможность «кроссовера» — ситуации, при которой биоматериал или результат исследования от одного пациента может быть ошибочно приписан другому пациенту, что может стать поводом для ошибочного проведения лечения врачом.

3.5. Штриховое кодирование в банках крови

Международное общество трансфузиологов (ISBT) приняло новый международный стандарт по этикетировке с помощью штрихкодирования крови и ее продуктов. Новый стандарт, известный как ISBT 128, не является развитием текущего американского стандарта Codabar, а является полностью новым стандартом, основанным на Code 128, переработанным для использования исключительно в банках крови. ISBT 128 объединяет множество структур данных, так что полный файл данных может быть перенесен на этикетку. Это позволяет широко применять стандарт на всех стадиях заготовки крови, от ее сбора до переливания больному [3].

Переливание крови было одним из первых приложений штрихового кодирования в медицине. В 1972 году Codabar был принят в качестве стандарта для американской службы крови. Codabar был избран, так как в то время это была единственная система, обеспечивающая методы проверки правильности прочтения, что было обязательным условием безошибочного отслеживания крови и идентификации пациента.

Чтобы эффективно интегрировать сбор крови, переработку и переливания во всем мире, Международное общество трансфузиологов (ISBT) признало необходимость создать новую, единую для всего мира систему для этикировки продуктов крови с помощью штрихкодов.

В 1989 году ISBT создало Рабочий комитет по автоматизации и обработке данных (WPADP) с задачей разработки единого мирового стандарта этикировки крови и кровепродуктов.

3.6. Идентификация действий

Элементы задачи идентификации действий уже упоминались при описании идентификации документов, когда программный продукт может быть настроен на восприятие идентификатора конкретного документа как на требование создать документ того же типа в текущем контексте (например, если уже выбран пациент). В целом механизм идентификации действий может существенно обогатить палитру средств взаимодействия оператора с программной системой за счет более высокой адаптации интерфейса к потребностям конкретного пользователя. Типичный интерфейс информационной системы предоставляет пользователю определенный набор средств для достижения тех или иных целей, причем в силу необходимости унификации интерфейса достигается некоторый компромисс между потребностями различных пользователей. После чего каждому конкретному пользователю может быть предоставлен тот или иной набор средств для персональных настроек системы под свои задачи.

Очевидно, что достигнутый компромисс может не вполне удовлетворять каждого конкретного пользователя, а возможностей персональных настроек может также быть недостаточно, в силу чего, те или иные действия могут быть не вполне удобны для выполнения для определенной группы пользователей.

Непосредственная идентификация действий в информационной системе позволит расширить возможности индивидуальной настройки системы под конкретного пользователя. Суть идентификации действий заключается в том, что в системе должен иметься список действий над различными объектами. Каждое действие должно иметь свой уникальный идентификатор. При выполнении перечисленных условий может быть реализован механизм непосредственного обращения к тому или иному действию посредством введения его идентификатора, который в свою очередь может быть представлен в виде штрих-кода и распечатан на бумаге. Работа оператора в случае выполнения перечисленных условий может выглядеть следующим образом: оператором предварительно готовится перечень наиболее часто используемых действий (идеально, если оператор может самостоятельно выполнять отбор нужных действий) и печатает его на лист

бумаги в виде перечня штрих-кодов действий и их названий. Далее необходимо только сканировать ручным считывателем штрих-кодов нужную строку с кодом действия, и соответствующая экранная форма для выполнения того или иного действия будет вызвана. Примерами такого режима работы могут служить процедурный кабинет, где идёт массовая регистрация анализов (действие «Забрать анализ крови», после чего «Идентификация пациента» по штрих-коду на направлении), отпуск препаратов, процедур и т.д.

3.7. Идентификация в электронно-бумажной работе

Информатизация крупного ЛПУ является непростым и достаточно длительным процессом, сопряженным с изменением режима работы многих людей, отладкой их взаимодействия в информационном пространстве и многим другим. В большинстве случаев процесс внедрения МИС происходит постепенно, шаг за шагом вытесняя существующий в ЛПУ бумажный документооборот. Данный переходный период может быть достаточно длительным, и необходимо предусмотреть возможности для плавного перехода с одного режима работы на другой, а также необходимо минимизировать двойной ввод информации: ввод данных в систему и ручную регистрацию на бумажных носителях. Ниже приводится пример такой работы.

3.7.1. Регистрация статистической информации в поликлинике

Амбулаторно-поликлинические подразделения работают с наибольшим потоком пациентов среди других видов ЛПУ, поэтому автоматизация и ускорение их работы является одной из наиболее важных задач. Обычно при внедрении МИС первыми начинают работать в системе регистратура и отделение статистики, врачи же продолжают какое-то время работать с бумажными бланками. Такой вариант работы требует тройного ввода информации: врач на приеме оформляет амбулаторную карту пациенту, фиксирует статистические данные в талон амбулаторного пациента, а операторы в отделении статистики вводят информацию с талона в информационную систему.

Такой режим работы является неоптимальным, поскольку автоматизация на данном этапе не повышает качество и эффективность работы сотрудников ЛПУ. Причиной этого является разрыв в цепочке передачи информации от регистратуры в статистику. Предлагаемая схема позволяет этот разрыв сгладить и уже на начальном этапе

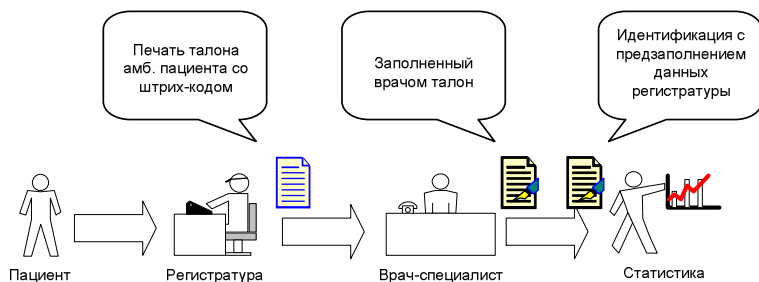


Рис. 1. Схема прохождения талона амбулаторного пациента с штрих-кодом

работы системы получить результат повышения эффективности работы персонала, см. рисунок 1.

Эффективность схемы заключается в том, что, несмотря на отсутствие реальных рабочих мест врачей в МИС, информация о них должна быть полностью введена в систему, и во время предварительной записи пациента в регистратуре могут быть получены данные пациента, врача, дата и время приема.

Вся перечисленная информация в момент предварительной записи фиксируется в информационной системе, и формируется уже предзаполненный талон амбулаторного пациента со штрих-кодом, указывающим на запись в МИС, в которой зафиксированы полученные предварительные данные. После чего распечатанный талон выдается пациенту, и он направляется с данным талоном к врачу. Врач уже не тратит время на вписывание данных о себе и пациенте, а фиксирует только параметры приема, такие как случай обслуживания, цель, диагноз и т.д. После чего оформленный талон попадает в отдел статистики, где его обрабатывает оператор, причем большая часть информации уже присутствует в системе из регистратуры. Предзаполнить электронный талон амбулаторного пациента можно, считав данные штрих-кода с его бумажной версии. После чего оператору остается только отметить введенные врачом данные.

3.8. Карты со штрих-кодом как хранилища медицинских данных

Задача использования карт со штрих-кодом в качестве хранилища данных о пациенте во многом перекликается с концепцией смарт-технологии, при которой данные пациента хранятся в специальной смарт-карте, снабженной микросхемой памяти. Технология смарт-карт в настоящее время является одним из наиболее бурно развивающихся направлений идентификации и переноса персональной информации и имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими пластиковыми картами (штрих-кодовыми, с магнитной полосой): долговечность, большой объем информации, возможность перезаписи данных, механизмы ограничения доступа к данным. Однако, есть и существенный минус в этой технологии — достаточная дороговизна работы с такими картами, начиная от их производства до устройств чтения и перезаписи.

При этом если воспользоваться технологией двухмерных штрих-кодов, то можно получить сопоставимую функциональность с заметно меньшими издержками на производство карт и поддержку инфраструктуры. Штрих-код может, как и смарт-карта, хранить самую разнообразную информацию о пациенте, причем объем данных сопоставим с данными, содержащимися в смарт-карте, штрих-коды формата PDF417 позволяют кодировать до 2710 символов, что вполне достаточно для предоставления основных данных о пациенте.

Несмотря на принципиальную возможность хранения данных посредством штрих-кодовой карты, она не может быть полным аналогом смарткарт, прежде всего, из-за счет отсутствия механизмов ограничения прав доступа к чтению и записи информации. Штрих-код карта может служить лишь подспорьем для ускорения ввода информации о пациенте, но полученные данные требуют контроля.

4. Организационные и технические вопросы применения штрих-кодов в МИС

4.1. Выбор типа штрих-кода

Как обсуждалось выше, технология штрих-кодирования может быть использована в двух различных ситуациях, когда штрих-код сам по себе не несет значимые данные, а лишь ссылается на соответствующие записи в центральной базе данных (незначущий код) и если штрих-код сам содержит некоторую человекочитаемую информацию

(значащий код). Решение разного типа задач диктует необходимость выбора того или иного типа штрих-кодов.

4.1.1. Штрих-код как идентификатор

Данный вариант использования штрих-кодов является наиболее распространенным и наиболее востребованным в разных областях деятельности. В силу того, что объем информации в рассматриваемом случае невелик и чаще всего кодируется некое число-идентификатор записи в базе данных, такой код целесообразнее всего представлять в виде линейного штрих-кода, который проще и компактнее, чем двухмерный код. Ранее были рассмотрены наиболее распространенные форматы линейных штрих-кодов, часть из них обладает той или иной спецификой ввиду того, что разрабатывалась под конкретные приложения, а часть является универсальным идентификатором. К числу универсальных форматов можно отнести код «CODE 39» как достаточно простой и распространенный вариант штрих-кодов. Для задач идентификации он хорошо подходит, позволяя кодировать информацию в буквенно-цифровом виде. Поскольку при помощи кода CODE39 можно закодировать только заглавные латинские буквы и цифры, идентификатор должен содержать только эти символы. Возможной альтернативой коду CODE39 может служить код «CODE 128», позволяющий вести кодирование всего набора из 128 символов ASCII.

4.1.2. Штрих-код как носитель информации

Помимо идентификационной функции штрих-код может рассматриваться в качестве самостоятельного носителя информации. Для этой цели следует использовать двухмерный штрих-код. Среди имеющихся наиболее распространенных стандартом наиболее предпочтительным является стандарт PDF417 в силу следующих причин:

- стандарт не требует лицензирования при использовании;
- коды данного стандарта широко распространены, и подавляющее большинство считывающего оборудования, способного считывать двухмерные коды, позволяет работать с данным типом стандарта;
- широко распространены программные средства, позволяющие формировать графические изображения для кодов формата PDF417;
- код обладает большой вместимостью (до 2710 символов).

4.2. Печать штрих-кодовой маркировки

В зависимости от решаемой задачи могут быть использованы два типа штрих-кодовой маркировки: маркировка отдельных этикеток, формирующихся специально для печати штрих-кода для их последующей наклейки на идентифицируемые объекты (например, на пробирки с биоматериалом), и маркировка обычных печатных документов.

4.3. Считывание штрих-кодовой информации

Чтение закодированных данных производится сканерами штрих-кода. Наиболее приемлемыми для описанных в работе задач нам представляются сканеры двух типов для двух разных классов задач:

- ручные сканеры, которыми можно оснащать рабочие места операторов, которым требуется выполняющим операции считывания штрих-кодовой информации с небольшой интенсивностью (врачи, медицинские сестры);
- стационарные сканеры, которыми рекомендуется оснащать рабочие места операторов, занимающихся интенсивным вводом штрих-кодовой информации (регистраторы, операторы в аптеке, продовольственной службе, процедурном кабинете).

4.4. Формирование документов со штрих-кодом в МИС

Для того чтобы печатные документы получили свой идентификатор, необходимо для каждого документа определить, какой тип штрих-кода будет в нем использован (значаший или незначаший). Если штрих-код незначаший, то необходимо определить, какой именно идентификатор должен быть им закодирован. Если штрих-код значаший, то необходимо разработать формат закодированных данных, что позволит автоматический его разбор.

Общий принцип формирования штрих-кода для документов в системе — это размещение в качестве идентификатора ссылки на запись, однозначно идентифицирующую данный документ в МИС. Поскольку документы могут иметь различную природу и порождаться различными механизмами, то гарантировать сквозную уникальность естественного идентификатора документа в том или ином случае может быть невозможно. Чтобы решить эту проблему требуется сформировать реестр документов, где будут указаны типы снабжаемых

штрих-кодами документов, тогда полный идентификатор экземпляра будет иметь вид:

`< DOCUMENT_TYPE > . < DOCUMENT_IDENTIFIER >`

4.5. Формирование штрих-кода как носителя информации

Выбранный тип штрих-кода PDF417 позволяет кодировать не только алфавитно-цифровую информацию, но и бинарные данные, что в принципе дает возможность кодировать графические изображения, а также хранить данные в зашифрованном виде. В случае использования двухмерного штрих-кода для дублирования данных на документе, достаточно кодировать обычные текстовые данные с определенными разделителями.

Наиболее простым для формирования и последующего разбора является кодирование данных через некоторый разделитель каждой последующей записи. Конкретные кодируемые данные необходимо определять для каждого приложения, пример которого рассматривается ниже.

5. Применение технологии штрих-кодирования в МИС

5.1. Стационар

5.1.1. Приемное отделение

При поступлении пациента в приемное отделение стационара для госпитализации происходит создание ему истории болезни, являющейся его основным документом на протяжении всего пребывания на лечении. При формировании титульного листа истории болезни необходимо формировать уникальный идентификатор ИБ пациента, и печатать на ее титульном листе. В результате данной операции процесс работы медицинского персонала с данной ИБ может быть значительно облегчен за счет ускорения процесса идентификации пациента по его бумажной истории болезни в информационной системе.

5.1.2. Лечебные отделения

При попадании пациента в лечебное отделение все проводимые с ним диагностические и лечебные мероприятия должны быть отражены в его электронной истории болезни, поэтому каждый акт ввода информации должен начинаться с идентификации пациента и идентификации проводимого с ним действия.

Лечащий врач. Поскольку количество пациентов и количество документов, одновременно наблюдаемых врачом отделения сравнительно невелико, использование штрих-кодирования на этапе отбора пациентов или выбора документов не является актуальным, тем не менее, применение штрих-кодовых шаблонов для назначения лечебных и диагностических мероприятий может ускорить работу врача.

Постовая и процедурная медсестра. Задачи как постовой, так и процедурной медсестры требуют частой идентификации пациентов для выполнения назначенных врачом манипуляций, таких как выдача медикаментов, выполнение инъекций и капельниц, измерение показаний температуры тела, артериального давления и т.д. и занесения информации о выполнении в МИС. Поскольку операции, выполняемые медсестрой, являются однотипными, но производятся они поочередно над группой пациентов, то для нее является более актуальным быстрый поиск пациента в контексте выбранного действия. Поэтому, сформировав список пациентов отделения, помеченных штрих-кодовыми идентификаторами, можно существенно ускорить процесс исполнения однотипных операций.

5.1.3. Архив бумажных историй болезни

В процессе лечения пациента параллельно с электронной историей болезни формируется соответствующий бумажный вариант, который необходимо после выписки пациента сдать в архив. Архивные истории болезней при необходимости извлекаются для анализа, после чего возвращаются обратно в архив. Снабдив бумажную историю болезни штрих-кодовым идентификатором можно ускорить процесс поиска записи в МИС о той или иной ИБ для проставления отметки о ее состоянии.

5.2. Поликлиника

5.2.1. Регистратура

Большое значение быстрая и точная идентификация имеет в регистратуре поликлиники, где качество ее работы напрямую зависит от скорости отбора необходимой информации.

Процесс обслуживания пациента в регистратуре можно разбить на четыре части:

- (1) идентификация пациента в системе;
- (2) поиск врача, к которому пациент желает записаться;

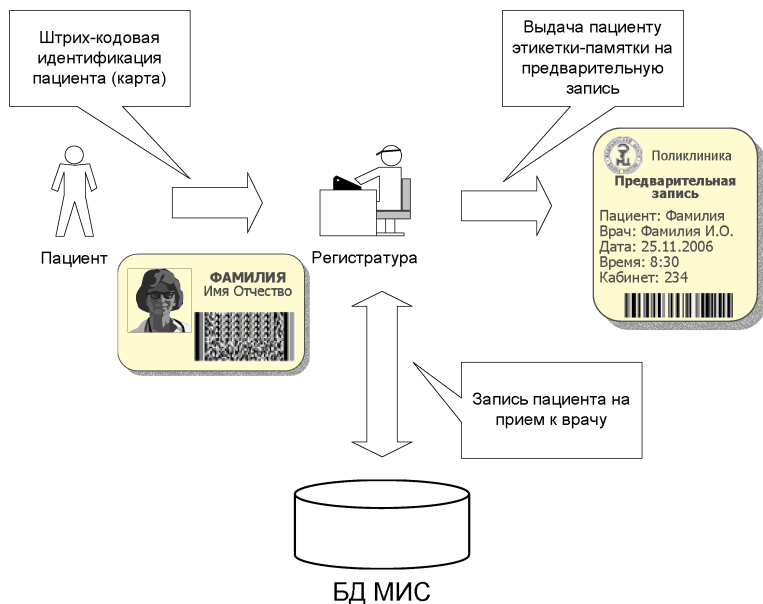


Рис. 2. Работа регистратуры поликлиники

- (3) поиск подходящего времени приема и запись на прием;
- (4) печать тех или иных документов при необходимости.

Очевидно, что шаг поиска подходящего времени и врача является преимущественно ручной операцией, так как выбор связан с личными предпочтениями пациента и наличием свободного времени врача. Первые же два шага в процессе записи могут быть полностью или частично автоматизированы за счет применения штрих-кодовой идентификации, рис. 2.

Предоставление личной карточки пациента, на которой помимо его фамилии, имени и отчества написан его номер амбулаторной карты (АК) и продублирован штрих-кодом, позволяет решать задачу поиска пациента существенно более эффективно даже в случае отсутствия сканера штрих-кода на рабочем месте регистратора за счет наличия номера АК у пациента.

Отбор нужного пациенту специалиста также может быть частично автоматизирован за счет предоставления личных кодов каждому

врачу (такой порядок существует в большом числе ЛПУ) и размещения на столах регистраторов списков врачей. Вместе с тем, для большинства случаев поиск врача стандартными средствами МИС является более эффективным.

Существенно повышает качество обслуживания пациентов в регистратуре наличие возможности напечатать памятку пациенту о дате, времени и кабинете, т.е. памятку с информацией о предварительной записи на прием, что особенно важно для пожилых пациентов. Кроме задачи напоминания пациенту о предварительной записи, данная памятка является документом, подтверждающим факт записи на прием, что само по себе может быть использовано для контроля прохождения пациентов через регистратуру, а также для решения спорных вопросов, связанных с предварительной записью. Данную памятку можно снабжать штрих-кодом, содержащим идентификатор информации о предварительной записи пациента в МИС. Используя данную памятку возможно ускорить процесс идентификации пациента на приеме.

5.2.2. *Врачебный прием*

Одной из главных задач информационной системы врача поликлиники является задача быстрого и качественного ввода достаточно большого количества разнородной информации в условиях короткого времени приема, поэтому любые средства, которые позволят упростить и ускорить эту работу, внесут существенный вклад в работу врача на приеме. Неплохим подспорьем врачу, по нашему мнению, может стать механизм шаблонирования действий при помощи штрих-кодирования.

Как ранее обсуждалось в разделе «Идентификация действий», штрих-код может быть использован для быстрого вызова тех или иных операций с МИС. Должен быть предоставлен механизм, используя который, врач или медсестра могли бы выбрать наиболее часто совершаемые действия и распечатать на лист бумаги выбранные действия с их идентификаторами в виде штрих-кодов. При работе с пациентом оператору будет достаточно выполнить считывание сканером штрих-кода нужную запись, чтобы информационная система выполнила закодированное действие. Наиболее подходящими для такой автоматизации действиями могут быть:

- оформление справок;
- выписывание диагностических назначений и лечения;

- оформление направлений;
- оформление и продолжение листков временной нетрудоспособности;
- фиксация оказанных пациенту услуг на приеме.

5.3. Лабораторная диагностика

Подразделение лабораторной диагностики является одним из самых требовательных к качественной и быстрой идентификации объектов подразделений ЛПУ. Если в лечебных отделениях идёт непосредственный контакт врача с пациентом, то в лаборатории этот контакт опосредованный, выполненный через пришедшие документы. Дополнительным усложняющим фактором в работе лаборатории является наличие трёх одновременных потоков информации:

- биоматериал для исследования;
- сопровождающий биоматериал документ;
- врачебное назначение (зачастую врачебное назначение используется одновременно и как сопровождающий документ, если же назначения выполняются врачом непосредственно в МИС без печати бланков направлений, то в этом случае сопровождающий документ и назначение становятся разными объектами).

При ручной обработке сопроводительных документов и поступивших материалов отмечается два недостатка:

- процедура очень трудоемка и не дает полной гарантии, что не произойдет перемешивания биоматериала, направления и результатов исследований (кроссовер);
- передача персонифицированных данных для некоторых видов анализов (онкология, гинекология, ВИЧ и т.д.) потенциально может стать источником утечки личных данных.

Привлечение средств автоматической идентификации позволяет решить поставленные проблемы за счет исключения ручной обработки документов. Заказ снабжается штрих-кодовой меткой, содержащей его идентификатор в информационной системе; результат исследования передается в МИС с привязкой к переданному идентификатору заказа. Схематически процесс показан на рис. 3.



Рис. 3. Схема взаимодействия лечебного отделения и лаборатории с использованием технологии штрих-кодирования

5.3.1. Заказ лабораторных исследований

Процедура заказа лабораторных исследований является одним из основных звеньев взаимодействия клинических и лабораторных подразделений. Задача МИС — сделать процесс назначения исследований прозрачным для врача, взяв на себя задачи диспетчеризации назначений, которые должны быть выполнены в разных лабораториях, в том числе, сгруппировав по типу анализируемого материала, чтобы забор материала сразу велся для нескольких исследований, если это возможно.

Результатом работы МИС после того, как врач выполнил назначения, должны стать заказы в лабораторную систему. Для заказа может быть сформирован бланк заказа, который снабжается штрих-кодовым идентификатором, позволяющим в процедурном кабинете выполнить забор материала для указанной группы исследований.

5.3.2. Процедурный кабинет

Для более эффективной автоматизации процесса заказа и выполнения лабораторных исследований необходимо использовать современные средства идентификации образцов биоматериала. Одним из таких средств является маркировка контейнеров с помощью штрих-кодов. С помощью штрих-кода, указанного на бланке заказа можно кодировать номер заказа, дату, идентификатор пациента, перечень назначаемых исследований и другие данные.

Этикетки со штрих-кодами формируются и распечатываются после ввода заказа на этапе получения рабочих листов на забор биоматериала. Они наклеиваются процедурной сестрой на одноразовую

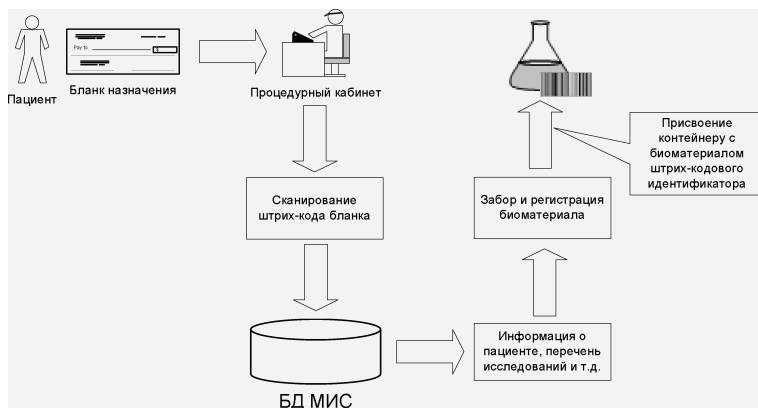


Рис. 4. Схема работы процедурного кабинета при заборе биоматериала

пробирку либо набор пробирок с биоматериалом пациента. Для удобства маркировки вид исследования дублируется цветом пробирок. Пробирки с взятым у пациента биоматериалом направляются в регистратуру лаборатории. Схематически данный процесс изображен на рис. 4.

5.3.3. Клинико-диагностическая лаборатория

Использование штрих-кодов позволяет применить автоматическую систему сортировки пробирок:

- осуществить сверку информации на пробирках с заказами, поступившими в автоматизированную лабораторную систему из больничной системы, и отбраковку ошибочных проб (неопознанных пробирок, пробирок с недостаточным количеством сыворотки и т. д.);
- оставшиеся рабочие пробы поступают в модуль клонирования проб, где копируются на необходимое количество вторичных пробирок, по которым разливается обрабатываемая сыворотка;
- наконец, на заключительном этапе пробирки с образцами сортируются по специальным штативам — биохимическим (отдельно ферменты, электролиты, электрофорез белков и т. д.), иммунологическим (отдельно для обследования на ВИЧ-инфекцию), эндокринологическим, серологическим и т.д.

Сформированные штативы в соответствии со своим назначением поступают в лаборатории.

Можно отметить следующие преимущества описанной технологии маркировки и регистрации пробирок:

- маркировка биоматериала с помощью штрих-кода практически сводит к нулю вероятность ошибки при идентификации биоматериала и вида исследования;
- использование штрих-кода для кодирования персональных данных пациента обеспечивает полную конфиденциальность исследования;
- сокращается объем ручной обработки биоматериалов.

5.4. Взаимодействие ЛПУ

При направлении пациентов из одного ЛПУ внутри ведомства в другое формируются сопровождающие документы, содержащие персональные данные о пациенте, о цели направления и прочую необходимую медицинскую информацию. При оформлении пациента данные из сопровождающих документов должны быть занесены в МИС оператором. Для ускорения этого процесса возможно использование штрих-кода, содержащего основную информацию о пациенте. Сам штрих-код следует размещать непосредственно на сопроводительном документе.

Если в качестве используемой символики рассматривать двухмерный штрих-код PDF417 с максимально возможным объемом кодируемой информации до 2710 символов, то примерный состав кодируемых данных может быть следующим, табл. 1.

6. Заключение

В работе подробно рассмотрена технология штрих-кодирования, особое внимание уделено классификации и типам штрих-кодов. Проанализирован опыт применения штрих-кодов в медицинских информационных системах.

Выделены основные тенденции развития предметной области и изучены области применимости технологии штрих-кодирования как в современной медицине в целом, так и в ведомственной медицине.

ТАБЛИЦА 1. Состав медицинских данных, кодируемых двухмерным штрих-кодом

Назначение	Символы	Комментарий
Уникальный идентификатор персоны	21	UID пациента
ФИО	61	Фамилия, имя и отчество пациента
Дата рождения	11	ЧЧ.ММ.ГГГГ
Сигнальная информация	1600	Группа крови, резус фактор; аллергические реакции; заболевания
Направившее ЛПУ	51	Наименование ЛПУ
Дополнительные данные	966	Текстовая информация

Большое внимание уделено практической стороне вопроса, т.к. вырабатывались конкретные рекомендации и меры по решению организационных и технических вопросов применения штрих-кодов в медицинской информационной системе.

Список литературы

- [1] Арманд В. А., Железнов В. В. Штриховые коды в системах обработки информации. — М.: Радио и связь, 1989. ↑2
- [2] Никушкин Е. В., Тарасов В.В., Антонов Р. В., Дзюбина О. В. Автоматизированный заказ лабораторных исследований, № 4, 1998. ↑3.4
- [3] Жибурт Е. Б. Модернизация лабораторной диагностики в службе крови, № 9, 2005. — 27-30 с. ↑3.5

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ ИПС РАН

D. V. Belyshev, Ya. I.–O. Guliev. *Usage of Barcodes Technology in Hospital Information Systems* // Proceedings of Program Systems institute scientific conference “Program systems: Theory and applications”. — Pereslavl-Zalesskij, v. 2, 2009. — p. 71–96. — ISBN 978-5-901795-18-7 (*in Russian*).

АБСТРАКТ. The article represents analysis of usage of barcode technology in hospital information systems.