

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИММУНОПРОФИЛАКТИКИ В РЕГИОНЕ

Кузнецов Л.А., Исковских Д.А.

*(Липецкий государственный технический университет,
Липецк)*

kuznetsov@stu.lipetsk.ru, inskin@mail.ru

Кратко рассматриваются вопросы автоматизации планирования профилактических мероприятий и формирования отчетов о состоянии иммунитета населения. Предлагается метод решения этих задач, обеспечивающий высокую адаптируемость автоматизированной системы, низкую стоимость и простоту ее сопровождения.

Ключевые слова: иммунопрофилактика, автоматизированная система, планирование профилактических мероприятий, декларативный язык.

Введение

Иммунопрофилактику можно рассматривать как совокупность мероприятий, направленных на обеспечение охвата населения прививками против инфекционных заболеваний. За выполнение этих операций в каждом регионе отвечает множество организаций различного уровня. В медицинских центрах (районных больницах, городских поликлиниках) ведутся картотеки прививаемых, составляются планы профилактических мероприятий и собирается информация о выполнении этих планов. В организациях областного масштаба (центрах госсанэпиднадзора, управлениях здравоохранения) сосредотачиваются сведения из всех входящих в данную административную единицу медицинских организаций, где они обрабатываются с целью получения сводной статистической информации. Наконец, Министерство Здравоохранения РФ разрабатывает различные

документы, регламентирующие проведение этих мероприятий. Схематично эта организационная структура показана на рис. 1.

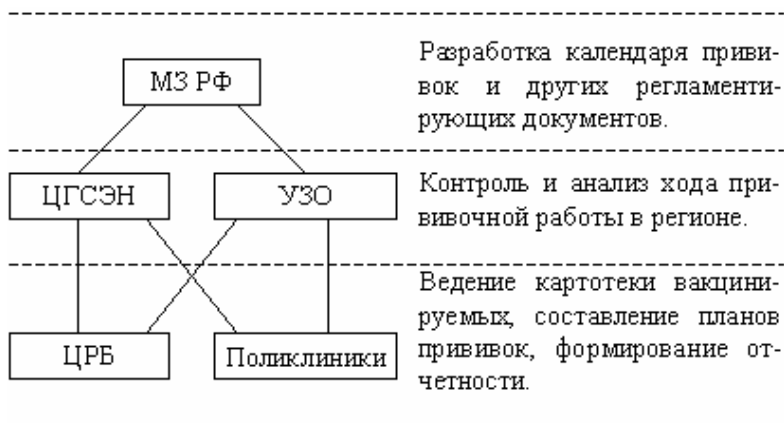


Рис.1. Организационная структура учреждений, отвечающих за ведение прививочной работы

Очевидно, что автоматизированная система поддержки иммунопрофилактики также является распределенной, причем наиболее важные ее функции – составление планов прививок и отчетов об иммунной прослойке населения – сосредоточены на уровне медицинских центров, ведущих картотеки прививаемых.

Проблема, возникающая при автоматизации этих функций, состоит в том, что схемы вакцинирования со временем меняются в связи с прогрессом в медицине и различными привходящими обстоятельствами. В [3], например, указано, что более века на Земле проводилась вакцинация только против натуральной оспы, так что никакой схемы вакцинации от нескольких декретированных инфекций не существовало. Создание же новых вакцин поставило множество вопросов: каков оптимальный возраст начала вакцинации и схема введения для выработки специфического иммунитета, как сочетаются вакцины между собой и пр. Дальнейшее развитие иммунопрофилактики осуще-

ствлялось путем расширения числа используемых вакцин и обработки оптимальных схем их введения.

Развитие это продолжается и сейчас, создавая серьезную трудность при автоматизации – необходимо предусмотреть возможность изменения схемы планирования в разрабатываемой системе. Учитывая специфику определения схемы планирования, и то, что система должна функционировать в нескольких географически удаленных организациях, задача эта очень непростая.

1. Планирование профилактических мероприятий

Говоря формально, задача планирования профилактических мероприятий сводится к следующему: необходимо на основании множества значений $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, которые описывают состояние иммунитета вакцинируемого (предыстория прививок, противопоказания к применению вакцин, результаты постановки различных проб, перенесенные заболевания и т.д.), определить $Y = (y_1, y_2)$ – рекомендуемую для выполнения определенной прививки дату и оптимальный препарат (вакцину). Если все возможные значения x_i и y_j пронумеровать, то получим задачу вычисления функции:

$$(1) \quad Y = f(X),$$

где $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор аргументов, а $Y = (y_1, y_2)$ – вектор значений.

Чтобы формально определить функцию (1), нужно задать таблицу следующего вида:

$$(2) \quad \begin{array}{c} \left[\begin{array}{cccccc} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n & y_1 & y_2 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 2 & 2 & 2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 3 & 5 & 3 & \dots & 2 & 3 & 4 \end{array} \right], \end{array}$$

в которой перечислены все возможные комбинации аргументов X и соответствующие им значения Y . Однако при ближайшем

рассмотрении оказывается, что количество строк, которые должны содержаться в таблице (2), выражается степенью некоторого натурального числа с показателем степени более 100! Ясно, что задать такой объем данных (и даже хранить и обрабатывать его с помощью ЭВМ) невозможно.

Чтобы преодолеть это затруднение, полезно посмотреть, каким образом схема иммунизации описана в литературе по иммунопрофилактике [2, 3]. Здесь алгоритм планирования представлен в виде пространного вербального описания на нескольких десятках печатных страниц. Внимательный анализ показывает, что схема планирования формулируется в виде довольно сложных логических конструкций, построенных с помощью связей И, ИЛИ, НЕ из элементарных параметризованных высказываний, которые в [1] называются *проблемами*¹.

Вот некоторые примеры подобных высказываний: «Человеку X была сделана прививка Y », «С момента выполнения последней прививки человеку X прошло более Y единиц времени», «Интервал между прививками X и Y более Z единиц времени» и т.д.

Количество этих проблем невелико – несколько десятков. Очевидно, что все они алгоритмически разрешимы, причем решение каждой из них сводится к простой обработке результатов запросов к базе данных системы. В то же время, комбинируя эти высказывания при помощи логических связей, можно описать сколь угодно сложную логику планирования.

С этой целью можно использовать способ формализованной записи логики планирования в виде простой программы на специально разработанном декларативном языке. Пример такой записи приведен на рис. 2.

¹ Проблема определяется в [1] как утверждение, истинное или ложное в зависимости от значений входящих в него переменных определенного типа.

ПрофОперация КодиСт_1 **Синоним** '1V КодиСт'

Препарат 'АД-М':

Условие 11,

Условие 12,

...

Условие 1N;

Препарат 'АДС-М':

Условие 21,

Условие 22,

...

Условие 2N;

...

КонецОписанияПО;

Рис.2. Фрагмент программы планирования

Программа состоит из нескольких предложений, каждое из которых описывает логику планирования какой-либо одной прививки. Внутри предложения в порядке возрастания реактогенности перечисляются все возможные для выполнения этой прививки препараты, с каждым из которых сопоставлено определенное логическое выражение. Когда при анализе программы обнаруживается первое ложное условие, становится ясно, каким препаратом планировать выполнение данной прививки.

Чтобы определить подходящее время выполнения прививки, достаточно просто проверить несколько дат из рассматриваемого временного промежутка. Собственно, к анализу каждого предложения в контексте данного человека и предполагаемой даты и сводится вся функциональность подсистемы планирования профилактических операций.

2. Организация подсистемы формирования отчетов

Изменчивость схемы иммунизации создает дополнительные трудности и при автоматизации еще одного процесса – форми-

рования отчетности о состоянии иммунитета населения. Большинство отчетов отражают ход прививочной работы против определенного заболевания. Естественно, что форма представления и содержащаяся в них информация изменяется вместе со схемой иммунизации. В целях адаптируемости разрабатываемой автоматизированной системы необходимо обеспечить максимальную простоту добавления новых отчетов в систему и изменения уже существующих.

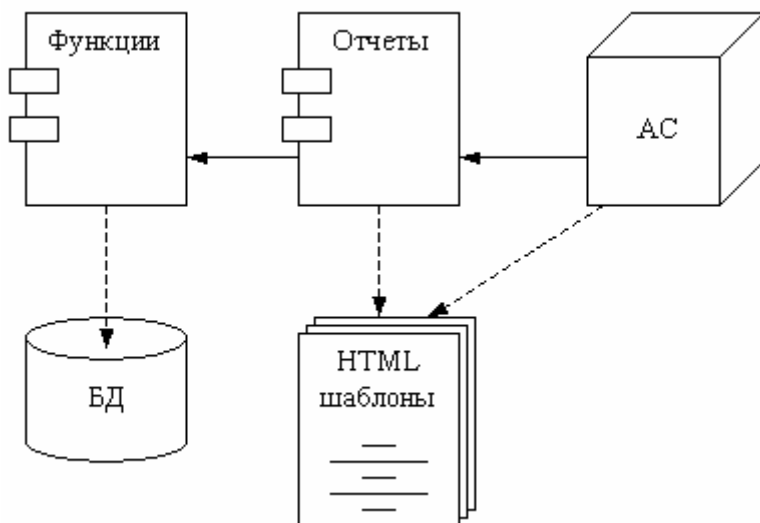


Рис.3. Структура подсистемы отчетов

Для решения этой задачи можно использовать методику формирования отчетов на основе шаблонов. Схематично структура подсистемы отчетов представлена на рис. 3.

Модуль «Функции» (динамически подключаемая библиотека) реализует набор *функций*¹ – некоторых алгоритмов, которые

¹ Функцию можно рассматривать как простое обобщение проблемы.

в зависимости от значений входящих в них параметров определенного типа возвращают простую атомарную величину (напр., текстовую строку).

```
<!-- Заголовок
1. описания для АС
2. параметры
   p1=НачальнДата:Строка:
   p2=КонечнДата:Строка:
   ...
3. выражения
   1=ЛюдейВВозрасте('0.0.0|0.11.29');
   2=ЛюдейПривито('0.0.0|0.11.29|1V пол');
   3=ЛюдейВВозрасте('0.0.0|0.11.29') /
      ЛюдейПривито('0.0.0|0.11.29|1V пол') * 100;
   ...
-->

<!-- Тело шаблона -->
<разметка HTML> @ссылка на выражение 1
<разметка HTML> @ссылка на выражение 2
<разметка HTML> ...
```

Рис.4. Схема шаблона отчета

Каждая функция вычисляет одну из базовых характеристик, отображаемых в отчетах, например, ЛюдейВВозрасте(X_1 , X_2), ЛюдейПривито(X_1 , X_2 , X_3), ЛюдейИммунизировано(X_1 , X_2 , X_3) и т.д. Аргументы X_1 , X_2 этих функций задают диапазон возрастов, а X_3 – заболевание. Несколько таких функций определяют практически всю отображаемую в отчетах информацию.

Шаблон отчета (см. рис.4) представляет собой просто документ HTML, снабженный заголовком. В заголовке указывается название отчета, список параметров (напр., временной период, охватываемый отчетом), запрашиваемых у пользователя, и

пронумерованный перечень выражений, которые представляют собой комбинацию функций и параметров отчета при помощи операций работы со строками и математических операторов. В теле шаблона содержатся лишь ссылки на выражения, которые при построении отчета нужно заменить на результаты их вычисления.

Простое обобщение функций и введение набора предопределенных переменных позволяет изменять разметку документа в зависимости от содержащихся в данный момент в системе данных и даже формировать и включать в отчет графики, диаграммы и другую мультимедийную информацию.

Следует еще заметить, что предметно-ориентированный язык, используемый в шаблонах отчетов и программе планирования, настолько прост, что для анализа и выполнения программы нужно лишь смоделировать работу детерминированного конечного автомата [1], задающего синтаксическую структуру выражений.

Заключение

Один из наиболее эффективных подходов к решению проблемы адаптируемости автоматизированных систем – использование специализированных языковых средств. Грамотное применение этого метода позволяет также очень экономно добиться и прозрачности, и низкой стоимости разработки и сопровождения автоматизированной системы.

Литература

1. АХО А., УЛЬМАН Д. *Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции*. т.1. М.: Мир, 1978. – 613 с.
2. МЕДУНИЦЫН Н.В. *Вакцинология*. М.: Триада-Х, 2004. – 448 с.
3. ТАТОЧЕНКО В.К., ОЗЕРЕЦКОВСКИЙ Н.А. *Иммунопрофилактика–2001 (Справочник)*. М.: Остоженка инвест, 2001. – 168 с.