УДК 519.6+65.01+615.252.349.7

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ПРОТИВОДИАБЕТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВАХ

Артеменко М.В.

Юго-западный государственный университет, Курск, e-mail: artem1962@mail.ru

Рассмотрены вопросы решения проблемы повышения качества обеспечения лекарственными средствами больных сахарным диабетом путем автоматизации процесса принятия решения по формированию оптимальной номенклатуры препаратов в аптечном учреждении. Предлагается информационно-аналитическая системы поддержки принятия решений основанная на адекватных математических прогностических моделях, отражающих связь потребления противодиабетических лекарственных средств с уровнем региональной заболеваемости сахарным диабетом и возможностями взаимозаменяемости предоставляемых населению препаратов. Приведены результаты математического моделирования с использованием современного универсального и специализированного программного инструментария.

Ключевые слова: прогноз потребности противодиабетических лекарственных средств, автоматизированные системы поддержки принятия решения

SYSTEM OF SUPPORT FOR DECISION-MAKING OF FORMATION THE NEED FOR ANTIDIABETIC MEDICINES

Artemenko M.V.

South-western state university, Kursk, e-mail: artem1962@mail.ru

The issues of the decision to increase the quality of the actual problem in providing drugs diabetics by automating the process of making a decision on the formation of the optimal nomenclature of drugs in pharmacies. It suggested information-analytical decision support system based on adequate mathematical prediction models, that reflect the relationship of consumption of antidiabetic drugs with the regional incidence of diabetes and the interchangeability of drugs provided to the population. The results of the corresponding the mathematical simulation using modern universal and specialized software tools.

Keywords: forecast the needs of antidiabetic drugs, automated decision support system

Согласно информации Международной Федерации Диабета (IDF) на 1 января 2015 года в мире сахарным диабетом больны 382 миллионов человек (втрое выше, чем в 1990 году) [6]. В 20015 году процент больных диабетом в мире составил: 4%, в РФ 5%, в США – 180% от населения страны). Большая часть больных – люди трудоспособного возраста. В связи с этим, проблема лечения и профилактики заболеваний сахарным диабетом в мире является актуальной, обусловливая разработку соответствующих государственных и региональных программ.

Обширная номенклатура лекарственных препаратов, необходимость обслуживания как заболевших, так и вновь регистрируемых больных в непосредственной близости от аптечного пункта, оптимизация логистики соответствующих товарных запасов требуют качественное и своевременное прогнозирование потребности в соответствующих лекарственных средствах с учетом статически достоверной оценки количества больных сахарным диабетом в регионе (текущего и прогнозируемого).

В связи с этим, целью исследований являлось проведение работ в области моделирования для проектирования и эффективной эксплуатации автоматизированных систем поддержки принятия решений формирования потребности в лекарственных средствах больных сахарным диабетом.

Материалы и методы исследования

Использовались следующие методы и материалы: корреляционный и регрессионный анализы, метод группового учета аргументов, результаты мониторинга реализации противодиабетических лекарственных средств и уровня региональной заболеваемости населения.

Резельтаты исследования и их обсуждение

Существование двух основных и ряда специфических типов сахарного диабета определяет различные подходы к лечению и применению разных групп препаратов противодиабетического действия. В этом плане, в настоящее время, основоположен фактический расход с учетом степени удовлетворения заявок на лекарственные

средства. Первые нормативы утверждены в 1924 году и периодически пересматривались. Развитие аптечной сети в СССР предопределили необходимость перехода от общесоюзных нормативов к нормативам потребления для каждой республики (региона). В частности, в классической работе Тольцмана Т.И. [8] научно обоснованная норма определяет величину, к которой стремится фактическое потребление. Большинством исследователей [6] отмечается нестабильность номенклатуры противодиабетических средств и прогнозируется увеличения потребления препаратов с рекомендацией необходимости систематического периодического проведения исследований на региональном уровне.

В настоящее время ассортимент специализированных программ для учета больных сахарным диабетом адекватно работающих и применяемых на практике не велик. Например:

1) «Регистр диабета 2008». Разработан ФГУ Эндокринологическим научным центром Росмедтехнологий РФ. Предназначен для учета, автоматизированной обработки информации, формирования учетных выходных форм и документов о заболевании сахарным диабетом. Реализовано средствами СУБД SQL Server.

2) «Регистр диабета 2014». Обновленная версия продукта «Регистр диабета 2008». Отличительными особенностями являются: формирование единой общероссийской базы данных и работу в режиме «online»; доступность к работе с базой данных любого пользователя различного иерархического (городской, муниципальный, участковый), подключение нового пользователя к Регистру не требует установка специализированного программного обеспечения (достаточно Internet Explorer), построение и сохранение собственных форм отчетности (включая графическое представление), стандартная отчетность осуществляется сравнении с предыдущем отчетным периодом [8].

К наиболее распространенным методам (научно обоснованным, формализованным, алгоритмически и программно обеспеченным) относятся [1]: регрессионные модели, адаптивное сглаживание, факторный анализ, имитационные моделирование, метод группового учета аргументов, экспоненциальное сглаживание тренда, метод скользящей средней, применение сплайн-функций, метод Бокса-Дженкинса, метод марковских цепей, авторегрессионное моделирование, вероятностное прогнозирование, полиномы Чебышева.

Существующие экспертные системы анализа и прогнозирования потребностей в лекарственных средствах базируются на алгоритмах, реализующих методы с дальнейшим осуществлением взвешенно-сглаженного прогнозирования [5] с указанием возможных вариантов развития ситуации: усредненной, наиболее вероятной, наихудшей (рост заболеваемости), наилучшей (снижение уровня заболеваемости) с оцениванием вероятности возникновения определенного варианта.

В ходе исследования применялись кодификаторы: В1 – количество больных сахарным диабетом 1 типа; В2 – количество больных сахарным диабетом 2 типа; В3 – общее количество больных сахарным диабетом типа 1 и типа 2, нуждающихся в инсулине; В4 – количество больных с впервые выявленным сахарным диабетом; В 5 – численность население региона; Х1 – инсулины (ЕД– «единица действия»); Х2 – ультракороткие; Х3 – короткие; Х4 – средней продолжительности действия; Х5 – пролонгированные; Х6 – смешанного действия (ЕД); У1 – глибенкламид 0,005; У2 – глибенкламид 3,5; У3 – глибенкламид 1,75; У4 – гликлазид; У5 – гликлазид МВ; У6 – амарил 2 мг; У7 – амарил 3 мг; У8 – амарил 4 мг; У9 – глипизид; У10 – гликвидон; Z1 – метформин 500; Z2 – новонорм 0,5; Z3 – новонорм 1,0; Z4 – новонорм 2,0;

Результаты построения математических моделей с помощью ортогонального алгоритма метода группового учета аргументов – МГУА – представлены в таблице 1 (вероятность ошибки первого рода здесь и далее $p<0.01$).

Система связей по представленным моделям показана на рис. 1.

Идентифицированные математические модели, отражающие динамику демографических показателей, показывают рост абсолютных и относительных показателей заболеваемости – особенно в группе больных 2 типа (в 6,5 раз больше чем у больных сахарным диабетом 1 типа, в 10 раз больше, чем у впервые выявленных, в 3,5 раза больше, чем у больных, нуждающихся в инсулине).

Поскольку выборка исходных данных статистически маломощна, то использовались прогностических модели видов: 1 – зависимости потребления лекарственного средства от времени; 2 – зависимости относительного потребления определенной группы больных лекарственного средства от времени; 3 вида – зависимости потребления лекарственного средства от формы заболевания.

Таблица 1

Модели потребления лекарственных средств

Лекарственные средства	Алгебраические модели
X1	147,16-440,97/(X3)0,5
X2	5,343 – 12,49*(X1/X4)0,5 / X5
X3	77,159 – 400,7 / (XI)0,5
X4	20,03 – 1,116*105 /(X5*X33)
X5	8,85 – 5619,51 / (X32 * X40,5)
X6	18,43-460,01 *X20,5/XI
У1	1,142 + 2,6*10-6*У81,5* У10
У2	1,067 + 1,16 *10-5* У71,7 *(У3*У10)0,5
У3	3,6195 – 1,92* 105*(У6/У5)0,5 /(У4*У7)
У4	112,06 +6,08*У6*У9
У5	102,2+ 1070,93 * У311,5/У70,5
У6	154,74- 26373,4 /(У3*У4)
У7	640,24-570,96 /(У80,5)
У8	-377,48 + 39,95 * (У100,5)
У9	555,05 – 12854,02 /(У41,5)
У10	140,95 + 0,00168 * У8 *(У7*У9)0,5
Z1	-1957.2 + 213.13 *Z0,5
Z2	52 + 4.81*10-6 * Z32,5 * Z40,5
Z3	-125.7 + 3.3 * Z20,5
Z4	-302.16+ 128.52 * Z21,5/Z3

а *б* *в*

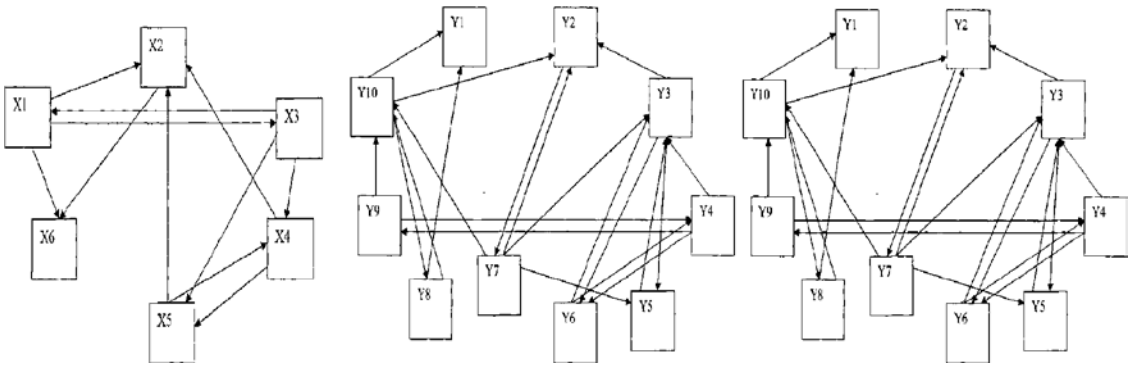

Рис. 1. Система анализируемых потребностей в противодиабетических средствах: а – система связей в группе X; б – системв связей в группе Y; в – система связей в группе Z

Анализ результатов структурно-параметрической идентификации моделей позволили сделать следующие выводы: в абсолютном выражении наблюдается рост потребления противодиабетических препаратов; по отношению к динамике роста впервые выявленных больных сахарным диабетом наблюдается рост потребления противодиабетических препаратов; – по отношению к динамике роста общего числа больных обоих типов сахарного диабета нуждающихся в инсулине – в основном спад потребления, кроме XI- общего количества инсулина, X3 – инсулинов короткого, У1 – глибенкламид 0,005, Z4 – новонорм 2; – по отношению к динамике роста больных сахарным диабетом 2 типа – в основном спад, кроме X3- короткие инсулины, У1 – глибенкламид 0,005, У8- амарил 4. – по отношению к динамике роста количества больных 1 типом – динамика потребления XI – общего количества инсулина (ЕД), инсулинов

X3 – короткого, X5 – пролонгированного, X6 – комбинированного типов действия растет, а X2 – ультракороткого и X4 – средней продолжительности действия – убывает;- возрастающие тренды согласно полученным моделям у относительных показателей составляют 45 % .

На следующем этапе системного анализа идентифицировались математические модели, отражающие связи между потреблением противодиабетических препаратов и демографическими показателями в регионе (фрагмент приведен в табл. 2).

На основании проведенных исследований предлагается для практической реализации следующая информационно-аналитическая модель формирования рекомендаций обеспечения запасов и текущей реализации противодиабетических средств – представлена на рис. 2.

Модули модели функционируют следующим образом:

– «Сеть лечебно-профилактических учреждений» – совокупность лечебно-профилактических учреждений, передающих информацию внутри сети (в случае перерегистрации учета больного сахарным диабетом) в аптечную сеть;

– «База данных больных сахарным диабетом» содержит информацию паспортного характера, места жительства, характера заболевания, рекомендации к принимаемым препаратам на постоянной основе;

– «База прогностических моделей количества клиентов аптечной сети» содержит знания в виде идентифицированных и постоянно корректируемых математических моделей;

– «Модуль прогноза количества больных сахарным диабетом различных типов», осуществляет вычисление количественных значений и передает их в «Базу моделей потребностей в противодиабетических препаратах»;

– «База данных противодиабетических препаратов» представляет собой базу данных реляционного типа, в которой указаны: наименование препарата и его количество, непосредственно имеющиеся в аптечном учреждении.

– «База моделей потребности в противодиабетических препаратах» включает в себя математические модели (структуры и параметры), позволяющие по информации об имеющихся препаратах, поступающей из «Базы данных противодиабетических препаратов» и оценки возможного количества больных сахарным диабетом различных типов, оценивать наиболее вероятное, максимальное, минимальное, средневзвешенное значения возможной потребности по каждому из медикаментов по всей номенклатуре препаратов с учетом имеющихся данных о текущих остатках лекарственных средств в аптеке.

– «Модуль прогноза в противодиабетических препаратов различных типов» осуществляет количественный расчет на указанный пользователем период времени прогноз значений имеющихся лекарственных препаратов согласно номенклатуре.

– «База моделей взаимозаменяемостей противодиабетиков» содержит математические модели, отражающие закономерности потребления одних лекарственных средств от других за прошедший период временит в случае необходимости их взаимозаменяемости.

– «Модуль контроля поставок лекарственных препаратов» осуществляет контроль выполнения поставок согласно сформированного в «Модуле формирования заявки на лекарственные препараты» заказа «Сетью поставщиков». В случае возникновения противоречий между заявкой и поставкой, соответствующая информация корректирует содержание «Базы данных противодиабетических препаратов»;

Таблица 2

Регрессия между потреблением лекарственных и демографических показателей

Лекарственное средство	Модель
X1	-2,9466+0,0307*B1
X2	-42,052+5,8357*Ln(B1)
Y5	81,102+0,0272*B2
Y7	78,017+0,0181*B2
Y10	104,32+0,0144*B2
Z1	178,53+0,0712*B2
Z2	33,056+0,0052*B2
Z4	12,609+0,0252*B2

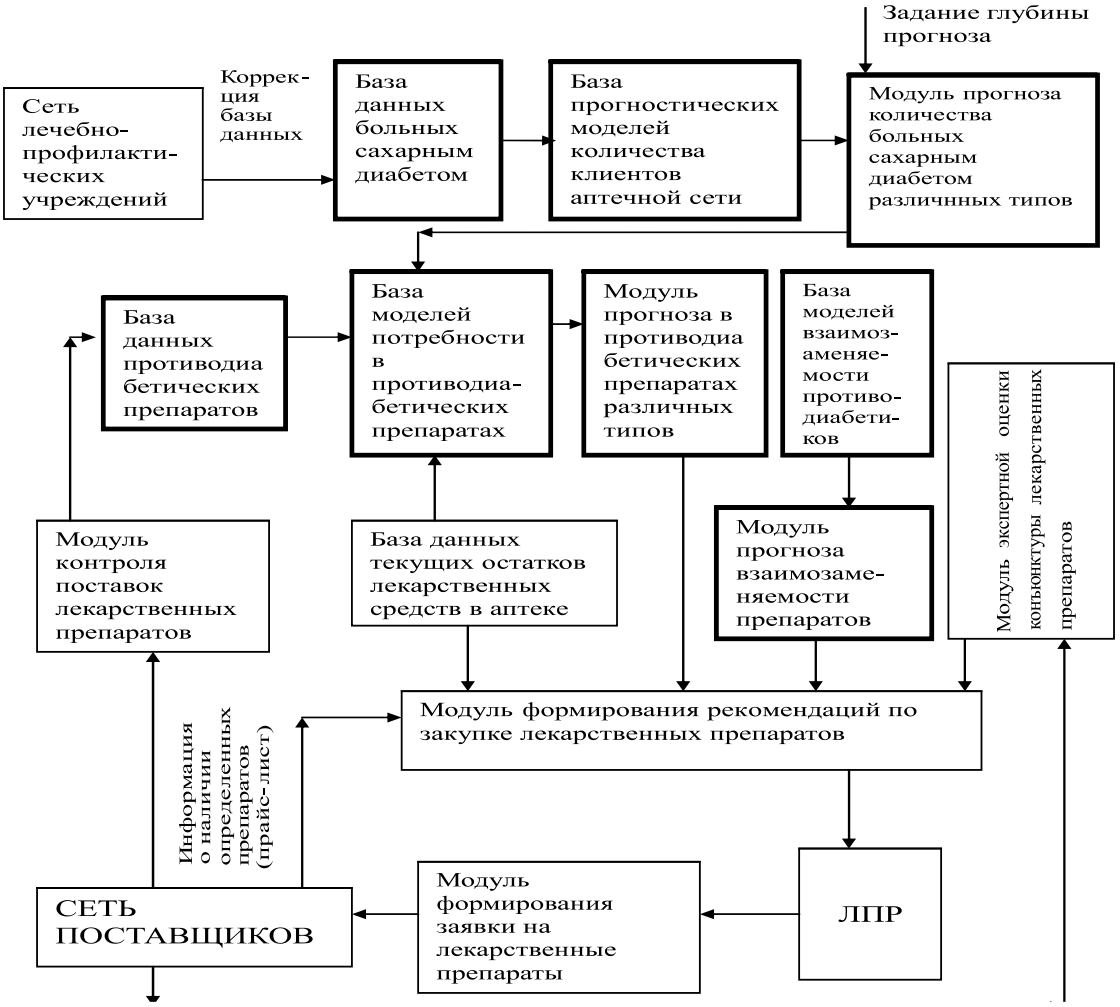

Рис. 2. структура информационно-аналитической модели формирования рекомендаций обеспечения запасов противодиабетических средств и их оптимального резервирования

– «База данных текущих остатков лекарственных средств в аптеке» содержит информацию о текущих остатках на момент формирования нового заказа;

– «Модуль прогноза взаимозаменяемости препаратов» функционирует на основе структур и параметров математических моделей, поставляемых ему посредством внутреннего интерфейса из «Базы моделей взаимозаменяемости противодиабетиков»;

– «Модуль экспертной оценки конъюнктуры лекарственных препаратов» на основе номенклатуры имеющихся в наличии в «Сети поставщиков» лекарственных препаратов и потребительских рангов препаратов, определенных экспертами, упорядочивает номенклатуру лексредств по мере уменьшения их конкурентных возможностей.

– «Модуль формирования рекомендаций по закупке лекарственных препаратов» формирует множество рекомендаций для лица принимающего решения;

– «Сеть поставщиков» – множество конкурирующих или не конкурирующих поставщиков лекарственных препаратов;

– «Модуль формирования заявки на лекарственные препараты» оформляет под управлением лица принимающего решение (ЛПР) заказ для «Сети поставщиков» в унифицированной форме, позволяющей автоматизировать поставку и контроль за поставкой лексредств;

– ЛПР – руководитель аптечного учреждения или его отдела, занимающегося логистикой и маркетингом.

Результаты теоретических и практических исследований:

В процессе реализации цели исследования осуществлено:

1. Аналитическое изучение информационных источников;

2. Синтезированы математические модели по результатам мониторинга заболеваемости сахарным диабетом и потребления

противодиабетических средств, отличающиеся применением методов самоорганизационного моделирования;

3. Разработана структура информационно-аналитической модели формирования рекомендаций по обеспечению запасов лекарственных противодиабетических средств текущей реализации и оптимального резервирования, позволяющая автоматизировать процесс взаимодействия аптечной сети и сети поставщиков с учетом научно обоснованного адекватного анализа и прогноза потребностей в лекарственных препаратах для больных сахарным диабетом и учитывающая прогноз уровня заболеваемости в регионе.

Список литературы

1. Артеменко М.В., Бабков А.С. Классификация методов прогнозирования поведения систем // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – URL: www.science-education.ru/113-11527 (дата обращения: 19.07.2015).

2. Артеменко М.В., Морозов В.А., Краснопивцев А.А. Расчет стоимости потребности в противодиабетических препаратах // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ 2006610012 от 28.02.2006.

3. Балаболкин М.И. Диабетология. – М.: Медицина, 2000. – 672 с.

4. Балаболкин М.И. Дифференциальная диагностика и лечение эндокринных заболеваний: рук-во. – М.: Медицина, 2014. – 752 с.

5. Карасев М.М., Ульянов В.О. Разработка имитационной математической модели развития фармацевтического рынка Курской области // Экономика, государство и общество в 21 веке: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Румяновские чтения (к 100-летию высшего торгово-экономического образования в России). – Курск, 2007, – С. 644-651.

6. Международная федерация диабета. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.idf.org/ (дата обращения 10.06.2015)

7. Сафронова Т.А., Чвурко И.П., Кулаковская С.В. Совершенствование организации лекарственного обеспечения больных сахарным диабетом // Фармация. – 1992. – № 6. – С. 65-66.

8. Тольцман Т.И. Изучение потребления лекарственных средств на основе среднесуточных терапевтических доз // Фармация. – 1983. – Т.32, № 2. – С. 14-16.