



П.П. Зотов,

к.м.н., врач-стоматолог, г. Москва, Россия

И.С. Кицул,

д.м.н., профессор, зав. кафедрой общественного здоровья и здравоохранения Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования, г. Иркутск, Россия

И.М. Михалевич,

к.т.н., зав кафедрой информатики и компьютерных технологий Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования, г. Иркутск, Россия

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТИВНОГО ВЫБОРА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

УДК 61:658.011.56

Зотов П.П., Кицул И.С., Михалевич И.М. *Опыт использования компьютерных технологий для объективного выбора методов лечения в стоматологической практике (Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, г.Иркутск, Россия)*

Аннотация: В статье представлены результаты разработки компьютерной программы, позволяющей сделать объективным выбор необходимых методов лечения в стоматологической практике. С использованием большого клинического исследовательского материала и соответствующего математического аппарата доказана необходимость использования четких диагностических (информативных) признаков, что может быть положено в основу разработки специальных компьютерных программ.

Ключевые слова: многомерные математические методы исследования, информативные признаки, выбор технологий лечения, компьютерная программа, врач-стоматолог, пациент.

UDC 61:658.011.56

Zotov P.P., Kitsul I.S., Mikhalevich I.M. *Experience of using computer technologies for objective choice of methods of treatment in dentistry (Irkutsk State Medical Academy of Continuing Education, Irkutsk, Russia)*

Abstract: The article presents the results of developing a computer program to make an objective choice of methods of treatment in dentistry. Using a large clinical research material and appropriate mathematical apparatus of the necessity of the use of clear diagnostic (informative) indicate that can be put in a basis of development of special computer programs.

Keywords: mathematical modeling, informative characteristics, choice of treatment technologies, computer program, dentist, patient.

Современный этап развития отечественной медицины характеризуется поступательным внедрением в практику информационных технологий [3, 6]. Не исключением в данном случае является и стоматология. Данная подотрасль здравоохранения характеризуется стремительным развитием новых медицинских технологий, количество которых имеет тенденцию к ежегодному увеличению. При этом врач-стоматолог сталкивается с ситуацией, когда на практике ему приходится выбирать одну из альтернативных технологий, опираясь исключительно на собственный клинический опыт [5]. Данные технологии зачастую предполагают разную степень медицинских вмешательств при одной и той



же клинической ситуации. Современное развитие стоматологических технологий, появление инновационных композиционных, полимерных, керамических конструкционных материалов и сплавов требуют более четких и конкретных показаний к их выбору, который не будет определяться факторами прежде всего субъективного характера: предпочтениями врача-стоматолога, влиянием фирм-производителей, материально-техническим оснащением, разнообразием клинических школ с разными теоретическими и научными взглядами. На практике ошибки выбора технологии восстановления разрушенных зубов ведут к повторному лечению, потере зуба, дополнительным затратам и связанным с этим конфликтным ситуациям, а нередко к судебным разбирательствам. Адекватный выбор метода реконструкции зубов чрезвычайно важен, так как разные врачи могут применять как методы ортопедического, так и терапевтического вмешательства, и грани между этими методами в силу появления новых технологий зачастую размыты [4].

В данной статье на примере лечения разрушенных зубов мы покажем, как можно сделать выбор врача-стоматолога более объективным.

Весь массив исследовательского клинического материала, полученного в результате обследования 193 пациентов по 127 признакам, был подвергнут дискриминантному анализу. Основной рабочей гипотезой проведенного исследования являлось предположение того, что существуют определенные (информативные) признаки, способные определить их причастность к выбору конкретной технологии восстановления разрушенных зубов. В основу исследования была положена методология математического моделирования, которая в настоящее время достаточно широко применяется в медико-биологических исследованиях [1].

Дискриминантный анализ, являясь одним из методов многомерного математического анализа, в данном случае позволил нам

выявить различия между группами по выбранным для исследования технологиям (композиционная реставрация, винир, вкладка, коронка, штифтовая культевая вкладка +коронка) по нескольким переменным признакам одновременно [7]. Данные группы в последующем нами были названы соответственно как первая, вторая, третья, четвертая и пятая.

Логический анализ перед началом проведения исследования показал необходимость распределения исследуемой совокупности пациентов на группы по следующим критериям: принадлежность к группе зубов (передняя или боковая); ранее леченные или не леченные зубы; среди леченных: по поводу кариеса или по поводу осложнений кариеса. Эти группы были положены в основу формирования шести математических моделей с определением информативных признаков в каждой из них.

Для этой цели нами последовательно было использовано несколько статистических процедур: дискриминация (интерпретация межгрупповых значений) и классификация наблюдений по группам. Основной исследовательской задачей, которая решалась на данном этапе, была определена необходимость выяснения, какой набор переменных (клинических признаков) способен отличить одну группу от другой, насколько хорошо эти переменные помогают провести дискриминацию и какие из них наиболее информативны. Суть классификации состояла в получении классифицирующих признаков, которые зависели от значений переменных таким образом, что позволили относить каждый клинический случай к одной из пяти групп [2]. Полученные репрезентивные значения переменных значений в каждой группе представляли информативные признаки — клинические (диагностические) признаки, на основе которых возможно отнесение клинического случая к выбору конкретной технологии восстановления разрушенного зуба.

На первом этапе формировали массив собранного клинического материала по приз-





Таблица 1

Качество функций дискриминантного анализа при обследовании пациентов с ранее не лечеными зубами, передняя группа зубов

| Переменные | Лямбда Уилкса | F-критерий | Уровень значимости (P) |
|------------|---------------|------------|------------------------|
| СКД-44 | 0,012960 | 6,00987 | 0,000695 |
| КПЛ-47 | 0,010450 | 2,90918 | 0,033339 |
| ОКМ-64 | 0,013670 | 6,88635 | 0,000258 |
| ЧС3-85 | 0,022840 | 18,21425 | 0,000001 |
| ЧС4-86 | 0,016431 | 10,29700 | 0,000008 |
| ЧС5-87 | 0,028979 | 25,79853 | 0,000001 |

накам, представленным в приложении 1, в рабочую матрицу, где наличие признака кодировали цифрой 1, его отсутствие — 0. Качество клинического обследования пациентов, имеющих разрушенные зубы, и его достоверность определяли надежность решающих правил дискриминантного анализа.

На втором этапе вырабатывали решающие правила и давали оценку их информативности. Все расчеты производились в автоматизированном режиме с использованием программы STATISTICA, которая обеспечивала отбор информативных признаков и получение решающих правил в виде линейных классификационных функций (ЛКФ) и канонических линейных дискриминантных функций (КЛДФ). Качество выработанных правил оценивали сопоставлением результатов классификации с исходной классификацией клинических групп в рабочей матрице.

Результаты получали в виде готовых расчетов с их последующей интерпретацией. Ниже представлены основные результаты проведенного дискриминантного анализа. Были отобраны ведущие статистические критерии, отражающие качество функций дискриминантного анализа и информативность клинических признаков.

Информативность клинических признаков оценивалась по значению F-критерия Фишера. Также использовался статистический критерий лямбда Уилкса, который позволяет судить о мощности дискриминации и оценива-

ется следующим образом: чем ближе значение к 0, тем лучше дискриминация. Соответственно близость критерия к 1 свидетельствует о вероятности ошибки и плохой дискриминации. В исследовательские модели были отобраны только те признаки, которые имели $p < 0,05$ по критерию Фишера. Подобный анализ был проведен на материалах шести групп обследованных пациентов.

В таблице 1 приведен пример дискриминантного анализа результатов обследования пациентов с ранее не лечеными зубами в передней группе.

Данные таблицы показывают, что значение лямбды Уилкса для всех признаков, близкое к 0, свидетельствует о мощности проведенной дискриминации в данной группе пациентов. Уровень значимости (P) во всех случаях подтверждает информативность отобранных признаков. Причем, судя по значениям F-критерия Фишера, высокого для всех клинических признаков, самую высокую информативность имеют последние три, отражающие сохранность стенок твердых тканей зуба.

На следующем этапе получали решающие правила в виде линейных классификационных функций (табл. 2).

Полученные ЛКФ, представленные в таблице, в последующем позволяли получать математические решения, которые показывают, какой конкретный вид технологии восстановления разрушенного зуба показан данному больному.



Таблица 2

Коэффициенты линейных классификационных функций при обследовании пациентов с ранее не лечеными зубами, передняя группа зубов (F)

| Переменная | Классификация функций | | | | |
|------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Группа 1 | Группа 2 | Группа 3 | Группа 4 | Группа 5 |
| СКД-44 | 10,2281 | 11,9359 | 3,8039 | 5,8025 | 0,47325 |
| КПЛ-47 | 9,6408 | 9,8959 | 7,0523 | 15,9918 | 4,92123 |
| ОКМ-64 | 7,9165 | 8,4966 | 10,8785 | -6,3993 | -0,51383 |
| ЧС3-85 | 31,7105 | 32,9135 | 31,4228 | 22,9208 | 0,41369 |
| ЧС4-86 | 26,6005 | 28,0185 | 27,3787 | 16,4432 | -0,10764 |
| ЧС5-87 | 28,5797 | 76,1426 | 30,0983 | 14,8434 | -0,23610 |
| Постоянная | -26,1067 | -49,8958 | -25,3152 | -18,4694 | -2,74300 |

Примечание: Группа 1 — больные, которым показана композитная реставрация; группа 2 — больные, которым показан винир; группа 3 — вкладка; группа 4 — коронка; группа 5 — штифтовая культевая вкладка + коронка.

Таблица 3

Оценка чувствительности решающих правил (%)

| Группы технологий | Модели пациентов | | | | | |
|-------------------|------------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| G_1:1 | 84,1 | 84,6 | 92,3 | 80,9 | 81,6 | 93,6 |
| G_2:2 | 82,4 | 95,0 | 84,6 | 82,1 | 93,5 | 85,3 |
| G_3:3 | 90,3 | 92,1 | 81,4 | 89,7 | 92,7 | 85,2 |
| G_4:4 | 96,2 | 89,9 | 85,6 | 92,1 | 87,6 | 94,1 |
| G_5:5 | 98,8 | 94,3 | 95,7 | 96,9 | 97,4 | 99,3 |
| Итого: | 90,4 | 91,2 | 87,9 | 88,3 | 90,6 | 91,5 |

Примечание: Модель пациента 1 — ранее не леченные зубы, передняя группа зубов; 2 — ранее леченные зубы, 3 — боковая группа зубов; ранее леченные зубы по поводу осложнений кариеса, боковая группа зубов; 4 — ранее леченные зубы по поводу осложнений кариеса, передняя группа зубов; 5 — ранее леченные зубы по поводу кариеса, боковая группа зубов; 6 — ранее леченные зубы по поводу кариеса, передняя группа зубов.

На следующем этапе рассчитывали квадрат расстояний Махалонабиса между группами переменных признаков в каждой группе у пациентов. Суть применения данного математического подхода заключалась в том, чтобы определить положение точки, представляющей среднее для всех переменных в многомерном пространстве, определенном переменными рассматриваемой модели — в дан-

ном случае в пяти группах по технологиям восстановления разрушенного зуба.

Перед тем, как привести собственно математические уравнения по линейным классификационным функциям, представим результаты оценки чувствительности решающих правил или точность группирования (табл. 3).

Оценка чувствительности решающих правил позволяет определить точность «разбив-





Таблица 4

Коэффициенты линейных дискриминантов функций при обследовании пациентов с ранее лечеными зубами по поводу осложнений кариеса, боковая группа зубов (F)

| Переменная | Классификация функций | | | | |
|------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Группа 1 | Группа 2 | Группа 3 | Группа 4 | Группа 5 |
| ЛОК-3 | -0,1449 | 2,0408 | 1,9670 | 2,2780 | -0,1723 |
| УС-33 | 13,1856 | 14,7779 | 12,2809 | 22,5506 | 13,6455 |
| КПЗ-36 | 1,0726 | 4,8409 | -0,4534 | 3,4826 | 1,2195 |
| КПН-37 | 7,0938 | 7,7571 | 4,5053 | 6,1083 | 10,1957 |
| СКД-44 | 24,8141 | 24,2733 | 19,0914 | 4,7622 | 6,8363 |
| СКО-45 | 18,7813 | 17,4237 | 14,4415 | 2,7112 | 8,1496 |
| ЧС1-83 | 1,8009 | 1,6326 | 1,7975 | 0,4868 | 7,4210 |
| ЧС3-85 | -3,4878 | -4,3748 | 4,9836 | -0,8449 | -6,6711 |
| НКО-99 | 43,2969 | 44,0791 | 33,8782 | 49,3144 | 46,1894 |
| НКТ-100 | 40,8410 | 47,6860 | 33,7125 | 54,8878 | 48,1236 |
| Постоянная | -34,2726 | -39,7111 | -25,7837 | -35,8429 | -31,7239 |

Примечание: Группа 1 — больные, которым показана композитная реставрация; группа 2 — больные, которым показана винир; группа 3 — вкладка; группа 4 — коронка; группа 5 — штифтовая культевая вкладка + коронка.

ки» исследуемых объектов на группы. Полнота формирования этих групп делает их пригодными для математического прогнозирования. Данная методика предполагает оценку результатов по принципу: чем больше, тем точнее. Иначе говоря, чем больше объектов попадает в группу по общности информативных признаков, тем точнее результаты. В целях математического моделирования 80% и более объектов, попадающих в группу, считается достаточным для дальнейшего формирования прогностических моделей. В нашем исследовании все группы достигают указанный порог, что подтверждает исследовательскую состоятельность полученных материалов. Так, например, 84,1% пациентов из группы с ранее не лечеными передними зубами своими информативными признаками формирует группу показаний к использованию композитной реставрации; 92,1% пациентов с ранее лечеными передними зубами по поводу осложнений кариеса формируют группу показаний к

использованию коронки. Речь идет о комбинации информативных признаков.

Все представленные выше данные о частотном распределении признаков, их различиях и чувствительности решающих правил позволили нам на достоверной основе использовать полученный материал в целях разработки системы математического распознавания показаний к выбору конкретной технологии разрушенного зуба с учетом исходной индивидуальной клинической картины.

Далее приведем пример расчета линейных уравнений, которые были заложены в основу разработанной нами компьютерной программы. В качестве примера используем классификационные функции, полученные по материалам обследования пациентов с ранее лечеными зубами по поводу кариеса (боковая группа зубов) (табл. 4).

Линейные классификационные функции (ЛКФ) рассчитываются по следующим формулам:

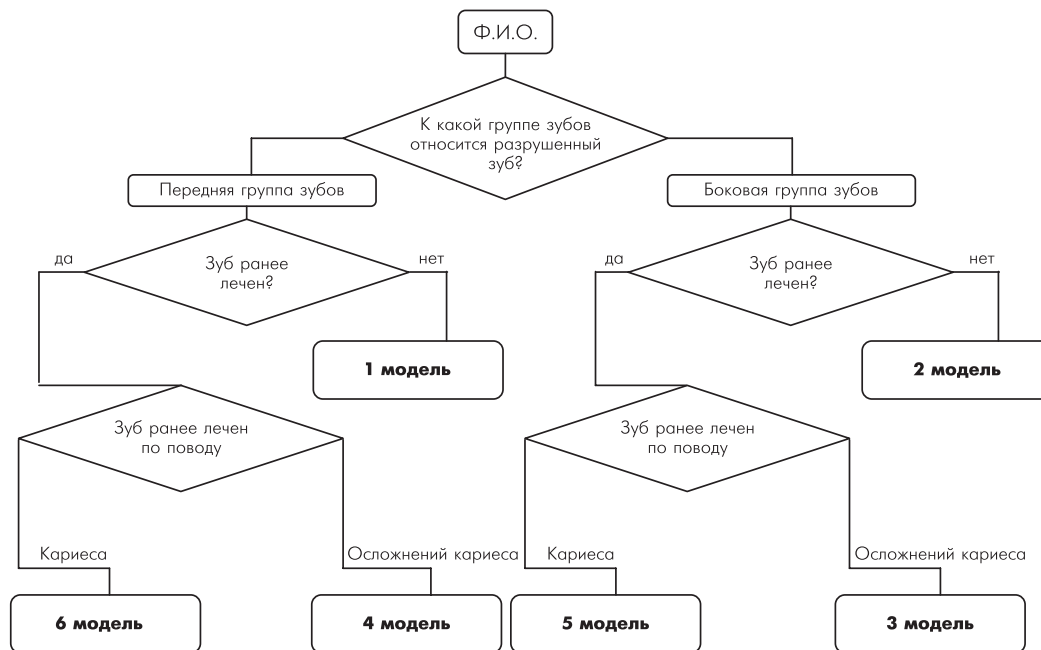


Рис. 1. Алгоритм выбора модели для расчета ЛКФ в компьютерной программе

$$F1 = -34,27 - 0,14 \times X1 + 13,18 \times X2 + 1,07 \times X3 \dots + 40,84 \times X10,$$

$$F2 = -39,71 + 2,04 \times X1 + 14,77 \times X2 + 8,84 \times X3 \dots + 47,68 \times X10,$$

$$F3 = -25,78 + 1,96 \times X1 + 12,28 \times X2 - 0,45 \times X3 \dots + 33,71 \times X10,$$

$$F4 = -35,84 + 2,27 \times X1 + 22,55 \times X2 + 3,48 \times X3 \dots + 54,88 \times X10,$$

$$F5 = -31,72 - 0,17 \times X1 + 13,64 \times X2 + 1,21 \times X3 \dots + 48,12 \times X10,$$

где $X1, X2, X3, \dots, Xk$ — фактические переменные значения конкретного объекта (в нашем случае — 1 или 0).

Рассчитав указанные уравнения по каждой модели, получаем цифровые значения классификационных функций ($F1, F2, F3, F4$ и $F5$). То уравнение, в котором получилось наибольшее цифровое значение, является решающим и указывает на ту технологию, которая показана в данном конкретном случае. Соответственно: $F1$ — композитная реставрация, $F2$ — винир, $F3$ — вкладка, $F4$ — коронка, $F5$ — штифтовая культевая вкладка, покрытая коронкой.

Расчет указанных уравнений является результирующим во всей этой работе. Однако на практике производить эти расчеты является трудоемким процессом, требующим много времени.

Одной из задач настоящего исследования являлась разработка соответствующей компьютерной программы, которая в автоматическом режиме осуществляет расчет указанных уравнений. Сама программа, имея достаточно простой интерфейс, позволяет врачу-стоматологу при осмотре пациента определить наличие или отсутствие соответствующих признаков и получить рекомендацию по выбору технологии восстановления разрушенного зуба конкретному пациенту.

Структурно-функциональное построение разработанной нами программы представлено ниже. Принцип деления пациентов на группы для автоматического расчета уравнений представлен на рис. 1.

Согласно представленному на рис. 1 алгоритму, врач при осмотре пациента с разру-





Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (...)

Фамилия: Иванов

Имя: Николай

Отчество: Петрович

Пол: Мужской Женский

Возраст: 48

Далее >>

Рис. 2.
**Паспортная часть
компьютерной
программы**

Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (Assistant)

К какой группе зубов относится разрушенный зуб?

Передняя группа зубов

Боковая группа зубов

Далее >>

Рис. 3.
**Фрагмент
интерфейса
компьютерной
программы,
показывающий
последовательность
выбора модели
пациента**

Электронный помощник выбора конструкции протеза для реконструкции зуба (...)

Сохранены только 3 стенки твердых тканей коронковой части зуба?

Да

Нет

Далее >>

Рис. 4.
**Пример вопроса
программы,
связанного с
информативными
признаками
данной модели
пациента**

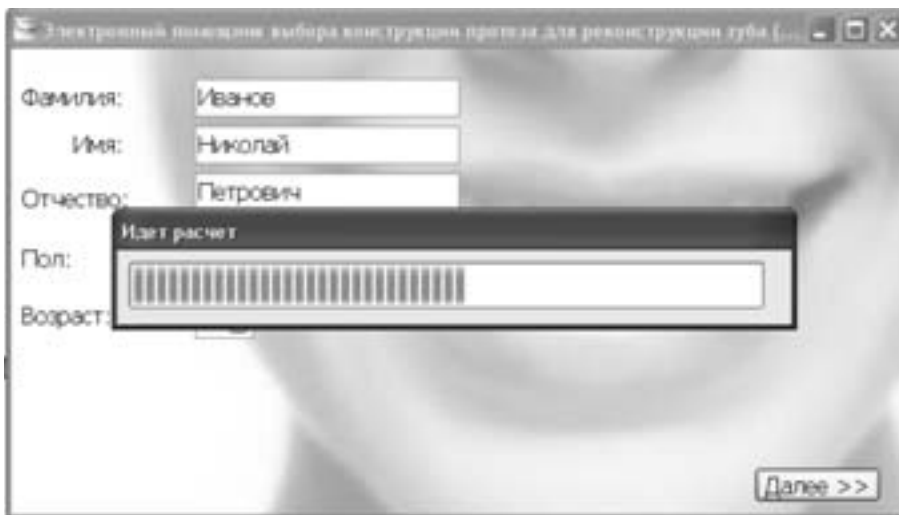


Рис. 5.
Пример
автоматического
расчета ЛКФ для
данной модели
пациента в
компьютерной
программе

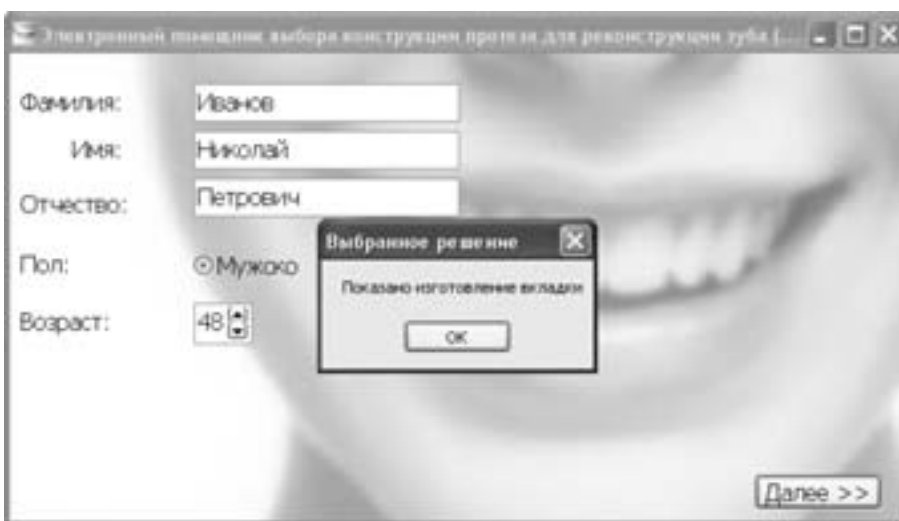


Рис. 6.
Пример решения
программы
с рекомендацией
показанной
в данном
клиническом
случае технологии
восстановления
разрушенного
зуба

шенным зубом должен ответить на указанные в схеме вопросы и следовать по ней. Эти вопросы включены в интерфейс программы (рис. 2).

Далее врач-стоматолог следует указанному алгоритму и отвечает на ведущие вопросы, которые позволяют выбрать модель пациента. Пример приведен на рис. 3.

После выбора модели пациента программа автоматически задает вопросы, касающиеся информативных признаков, их наличия или отсутствия (рис. 4).

Далее, после того, как врач-стоматолог ответит на все вопросы, программа произве-

дет автоматический расчет линейных классификационных функций по указанным выше уравнениям (рис. 5).

После завершения расчетов компьютерная программа предложит рекомендуемую в данном клиническом случае технологию восстановления разрушенного зуба (рис. 6).

Таким образом, проведенное клиническое обследование и обработка большого массива клинического материала позволили нам произвести математическое обоснование моделей пациентов, групп технологий, информативных признаков, определяющих показа-





➤ ния к выбору конкретной технологии восстановления разрушенного зуба. На практике это является простым и удобным диагностическим инструментом, позволяющим значительно снизить ошибки на этапах выбора тактики лечения разрушенных зубов.

ЛИТЕРАТУРА



1. Алленов А.М., Казанцев В.С. Математическое моделирование в управлении здоровьем населения // Врач и информационные технологии. — 2011. — № 6. — С. 62–67.
2. Волкова Н.В., Михалевич И.М., Щуко А.Г., Малышев В.В. Многофакторный статистический анализ в верификации предикторов и прогнозировании исхода фистулизирующих антиглаукоматозных операций // Глаукома. — 2013. — № 3–2. С. 111–118.
3. Гусев А.В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // Врач и информационные технологии. — 2012. — № 3. — С. 4–15.
4. Зотов П.П., Арутюнов С.Д., Кицул И.С., Вартанов Т.О. Опыт использования экспертных оценок при разработке критериев качества реставрации разрушенных зубов // Сибирский медицинский журнал. — Иркутск. — 2009. — Том 97. — № 6. — С. 169–170.
5. Кицул И.С. Специфика спроса на стоматологические услуги: научно-практический аспект // Менеджер здравоохранения. — 2006. — № 8. — С. 31–36.
6. Фролов С.В., Маковеев С.Н., Семенова С.В. Современные особенности развития медицинских информационных систем // Врач и информационные технологии. — 2010. — № 2. — С. 4–9.
7. Юнкеров В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / Ред. В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев, М.В. Резванцев. — 3-е изд., доп. — СПб.: ВМедА, 2011. — 318 с.

ИТ-новости

В РОССИИ С 2014 ГОДА ПОЯВЯТСЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЦЕПТЫ И БОЛЬНИЧНЫЕ

Минздрав намерен разработать личный кабинет пациента, электронный больничный и электронный рецепт в течение 2014 года. Вся необходимая информация о пациенте будет внесена в базу данных и личный кабинет, что позволит значительно упростить процедуру получения лекарств в аптеке.

Когда система будет полностью апробирована и введена повсеместно, пациенту не нужен будет бумажный рецепт. Он сможет просто прийти в аптеку и в базе данных будет информация о том, какие препараты ему выписал врач.

А работодатель, в свою очередь, будет получать больничный электронный лист. Сервис электронного рецепта будет особенно удобен для хронических больных, которым требуется получать их регулярно.

Источник: РИА «Новости»