

УДК 004.891

К.Г.Бойко, М.П. Никифоров, А.Г. Пимонов

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА БЕРЕМЕННОСТИ

В последнее время неуклонно возрастает значение информационного обеспечения различных медицинских технологий. Однако в медицинских учреждениях большинство персональных компьютеров применяется лишь для обработки текстовой документации, хранения и обработки персональных данных пациентов. Отдельная, специализированная часть машин используется совместно с различными диагностическими и лечебными приборами. Во многих лечебно-диагностических технологиях возможности современных компьютеров практически не используются. Прежде всего, это диагностика, назначение лечебных мероприятий, прогнозирование течения заболеваний и их исходов.

Выявление групп риска, прогнозирование исхода беременности и родов – проблемы, для решения которых необходимо применять современные информационные технологии. Низкий индекс здоровья женщин детородного возраста является фоном для развития осложнений беременности. Это подтверждается статистическими данными городской больницы № 1 им. М.Н. Горбуновой (рис. 1). Из гистограммы видно, что большое количество пациенток, закончивших беременность родами, имели патологии и осложнения. Исследование экспертных систем [1], используемых в этой области, показало, что существующие системы являются достаточно узконаправленными и позволяют выявить последствия только определенного заболевания.



Рис. 1. Данные официальной статистики

Разработанная авторами экспертная система [2] на основе результатов лабораторных и клинических исследований позволяет делать заключения о группе риска, в которую попадает беременная; на основе динамического наблюдения проводить диагностику различных заболеваний и патологий, которые могут развиться у матери и ребенка; выдавать рекомендации по профилактике и лечению выявленных патологий и давать объяс-

нения полученных заключений. Так же система позволяет формировать отчеты и строить графики по различным показателям с возможностью вывода их на печать и выгрузки в MS Excel.



Рис. 2. Структура экспертной системы

Рассматриваемая экспертная система (рис. 2) состоит из следующих компонентов:

- база данных используется для хранения исходных сведений о беременной, а также заключений и рекомендаций, выдаваемых системой;
- база знаний предназначена для хранения специальных знаний о предметной области в виде параметров и правил их оценки, которые используются для получения заключений;
- компонент приобретения знаний служит для пополнения базы знаний;
- компонент прогнозирования предназначен для выполнения арифметической и логической обработки данных, формирования диагностических и рекомендательных заключений;
- объяснительный компонент позволяет дать объяснение тому, как система получила выдаваемое заключение, и какие знания она использовала;
- компонент формирования отчетов позволяет строить статистические отчеты по различным показателям;
- диалоговый компонент ориентирован на организацию общения с пользователем посредством меню и экранных форм.

При разработке программной системы использовалась клиент-серверная технология автоматизированных баз данных СУБД Firebird и методика визуального программирования в среде разработки Borland Delphi. Для хранения информации используется уже существующая в поликлинике база данных, состоящая из специальных таблиц, в которых содержатся данные об основных объектах, участвующих в деятельности поликлиники. В состав базы входит 221 таблица. Для

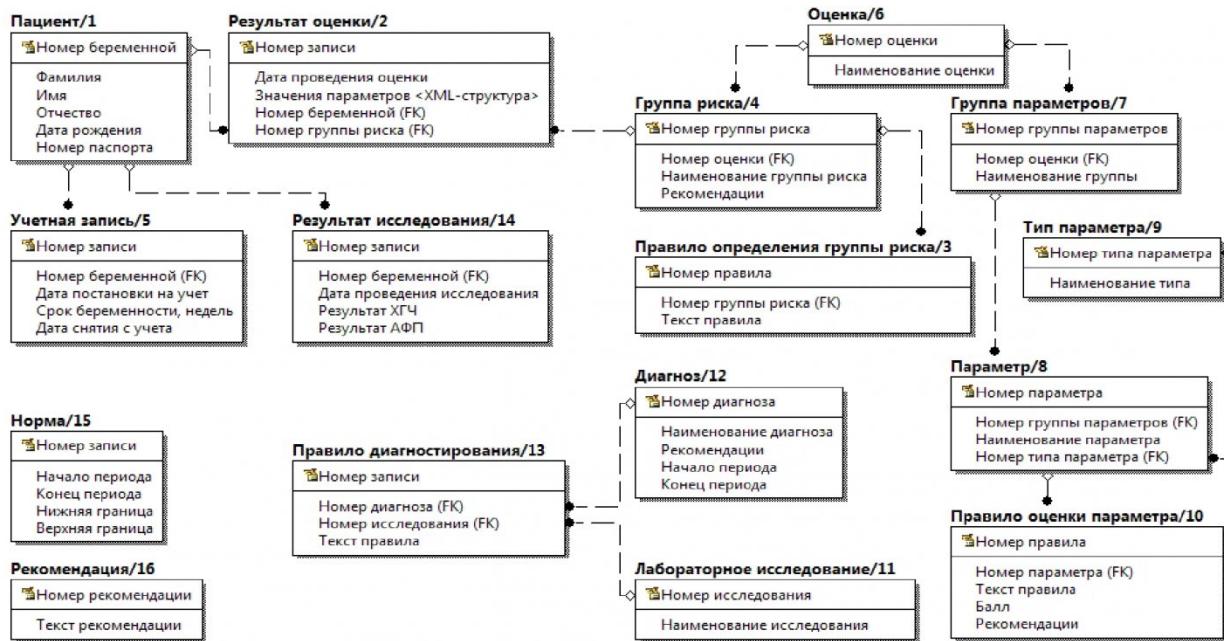


Рис. 3. Структура базы данных и базы знаний

функционирования экспертной системы были разработаны и добавлены 15 дополнительных таблиц. Добавленные структурные элементы представляют собой таблицы для хранения информации о беременной (таблицы базы данных) и специализированные знания о предметной области (таблицы базы знаний) (рис. 3). По структурному составу данные можно разбить на две части: справочные таблицы и рабочие таблицы. К основным относятся следующие таблицы:

- таблица «Учетные записи» используется для хранения записей о постановке и снятии беременной с учета и информации для статистической отчетности;
- таблица «Результаты оценки» используется для хранения результатов проводимых для каждой беременной оценок;
- таблица «Результаты лабораторных исследований» используется для хранения результатов лабораторных исследований, по которым проводится диагностика.

Для представления знаний в экспертной системе была выбрана продукционная модель [3] – это модель, основанная на правилах, и позволяющая представить знания в виде предложений типа: «Если (условие), то (действие)». В качестве условия и действия в правилах содержится предположение о наличии того или иного свойства, принимающее значение истина или ложь. Под термином действие понимается директива к выполнению какой-либо операции или рекомендация. При использовании продукционной модели база знаний состоит из набора правил. Данные о беременной – это исходные значения параметров, при применении правил к которым система проводит прогноз исхода беременности. Исходные данные о беременной могут быть представлены в числовом

виде и в виде фактов. Правила для логической обработки параметров могут быть представлены в различных формах (табл. 1).

Таблица 1. Описание правил

Пред- ставле- ние правила	Описание
$>A$	значение параметра строго больше A
$<A$	значение параметра строго меньше A
$\geq A$	значение параметра больше или равно A
$\leq A$	значение параметра меньше или равно A
$A B$	число вне диапазона от A до B
$A-B$	число в диапазоне от A до B
$>N$	значение выше нормы
$<N$	значение ниже нормы
$\geq N$	значение в норме или выше
$\leq N$	значение в норме или ниже
$>N<$	значение выше или ниже нормы
$AN-BN$	значение параметра от нормы, увеличенной в A раз, до нормы, увеличенной в B раз
$<\text{факт}>$	истина (ложь)
N – переменный диапазон значений нормы, A и B – вещественные числа	

В режиме приобретения знаний эксперт, используя соответствующий компонент, наполняет систему параметрами и правилами их оценки, которые позволяют экспертной системе в режиме прогнозирования самостоятельно проводить оценку факторов риска по возникновению заболеваний и патологий и выдавать возможные диагнозы. Существуют два вида знаний: знания для проведения оценок (рис. 4) и знания для диагностики (рис. 5).

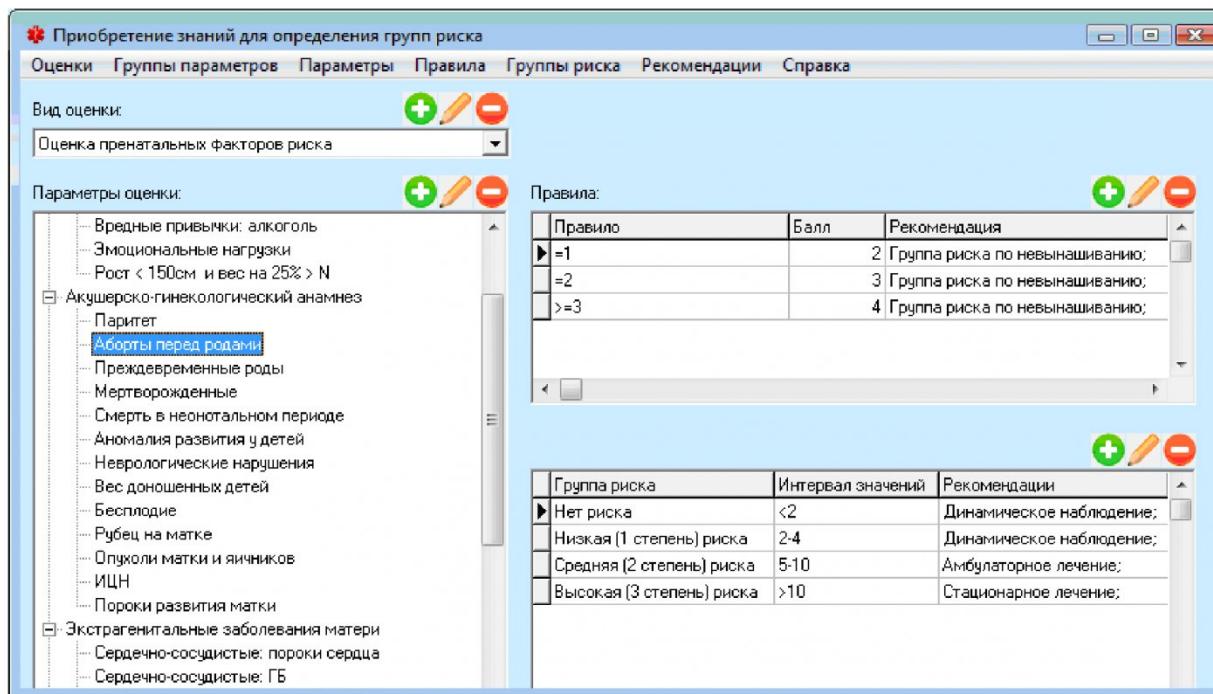


Рис. 4. Окно приобретения знаний для определения групп риска

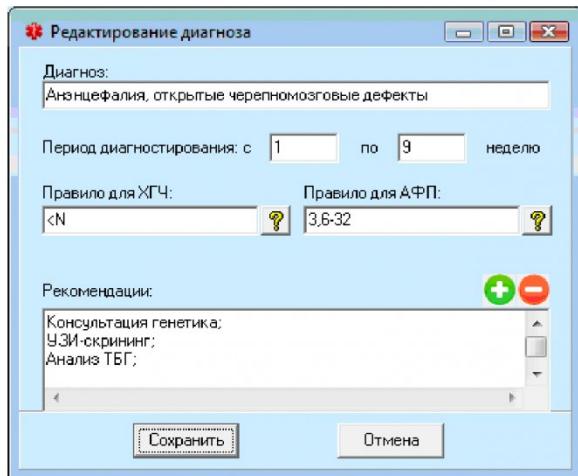


Рис. 5. Окно редактирования диагноза

В разделе «Приобретение знаний для проведения оценок» реализованы возможности добавления нового вида оценки, редактирования или удаления уже существующего. Также можно добавить, редактировать или удалить группу параметров, которая отображается в дереве в качестве узла верхнего уровня. Добавить параметр можно, выбрав группу, к которой он будет относиться. Также его можно редактировать или удалить. Добавляемый параметр может быть одного из двух возможных типов: «числовое значение» или «факт». Для параметра можно добавлять, редактировать или удалять правила. Если параметр имеет тип «числовое значение», то для него можно задать правило с использованием логических операторов. Для того чтобы узнать, какого вида может быть правило, необхо-

димо воспользоваться подсказкой, нажав на кнопку «?». Если параметр имеет тип «факт», то правило представляет собой текст. В поле «Балл» задается балл, которым будет оцениваться значение, удовлетворяющее условию правила. В поле «Рекомендации» добавляются рекомендации, которые будут выдаваться в случае выполнения условия. Для определения результата оценки можно добавить правила отнесения беременной к какой-либо группе риска.

В разделе «Приобретение знаний для диагностики» можно добавлять, редактировать или удалять диагнозы, правила для их выдачи и рекомендации по ним. При добавлении диагноза вводится название диагноза, задается интервал недель беременности, на котором возможно поставить данный диагноз, а также задаются пра-

Нормы			
Нормы АФМ при нормально протекающей беременности, МОМ:			
0.5-2			
Неделя (начало)	Неделя (конец)	Левая граница	Правая граница
2	2	50	300
3	4	1500	5000
4	5	10000	30000
5	6	20000	100000
6	7	50000	200000
7	8	40000	200000
8	9	35000	140000
9	10	32500	130000
10	11	30000	120000
11	13	27500	110000
13	15	25000	100000
15	17	20000	80000
17	22	15000	60000

Рис. 6. Нормы ХГЧ

ла для оценки значений ХГЧ и АФП, согласно которым ставится диагноз. Правила для ХГЧ имеют определенный вид, т.к. ХГЧ на разных неделях беременности имеет свою норму. Правила для АФП имеют описанный ранее (табл. 1) вид. Также добавляются рекомендации, которые будут выдаваться при данном диагнозе. Из раздела «Приобретение знаний для диагностики» можно просмотреть существующие нормы ХГЧ (рис. 6) в зависимости от срока беременности. На этой форме реализована возможность добавления, редактирования или удаления норм.

Из разделов «Приобретение знаний для определения групп риска» и «Приобретение знаний для диагностики» можно перейти к форме для работы с рекомендациями. На данной форме можно добавлять, редактировать и удалять все рекомендации, которые выдает система.

В режиме прогнозирования информация о беременной через интерфейс пользователя поступает в рабочую память (здесь хранятся промежуточные данные решаемой в текущий момент задачи). На основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил базы знаний с помощью механизма логического вывода формируются диагностическое и рекомендательное заключения. Экспертная система при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операций, но и предварительно формирует ее. В режиме прогнозирования можно проводить оценки, которые определяются в разделе «Приобретение знаний для определения групп риска». В базе знаний на данный момент существует два вида оценок: оценка пренатальных факторов риска и оценка факторов риска по возникновению гестоза [4]. Для

рой была отнесена беременная, и соответствующие рекомендации по устранению выявленных факторов риска (рис. 7). Нажатием кнопки «?» запускается объяснительный компонент, в качестве результата работы которого формируется объяснение заключения, выданного системой. Также в режиме прогнозирования реализована диагностика беременной по результатам исследований ХГЧ и АФП. После ввода показателей ХГЧ и АФП система проверяет их значения на соответствие нормам для текущей недели беременности, и в результате формируется перечень возможных диагнозов и рекомендации по их устраниению или меры для уточнения выданных диагнозов.

Для проведения анализа и расчета статистических показателей собираются данные по каждой беременной, которые заполняются по завершению

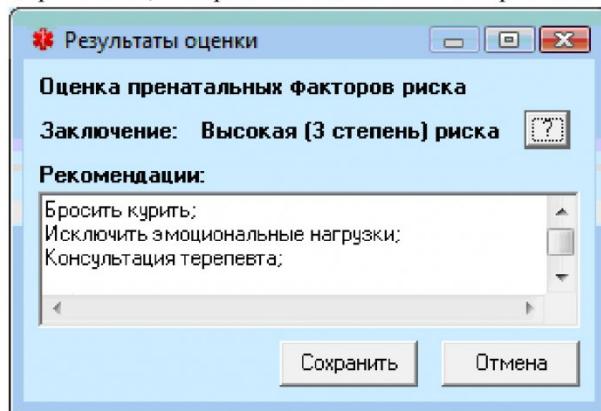


Рис. 7. Окно с результатами оценки

родов в разделе «Послеродовой анализ» (рис. 8). В этом разделе вводится информация об особенностях течения родов, характеристики матери и ребенка, а также данные о проведенных обследованиях.

Рис. 8. Форма «Карта беременной: послеродовой анализ»

проведения оценки необходимо заполнить значения параметров. В результате проведенной оценки формируется заключение о группе риска, к кото-

рой была отнесена беременная, и соответствующие рекомендации по устраниению выявленных факторов риска (рис. 7). Нажатием кнопки «?» запускается объяснительный компонент, в качестве результата работы которого формируется объяснение заключения, выданного системой. Также в режиме прогнозирования реализована диагностика беременной по результатам исследований ХГЧ и АФП. После ввода показателей ХГЧ и АФП система проверяет их значения на соответствие нормам для текущей недели беременности, и в результате формируется перечень возможных диагнозов и рекомендации по их устраниению или меры для уточнения выданных диагнозов.

Диспансеризация беременных женщин		
Начало периода:	Конец периода:	Периодичность
	2008	2009
Показатели	2008	2009
Поступило под наблюдение	756	634
в т.ч. до 12 нед.	657	541
Среднее кол-во посещений за бер-ть	16,0	16
Активный патронаж врачом	648	638
Активный патронаж акушеркой	67	79
Закончили беременность родами	677	625
в т.ч. подростки	150	181
в т.ч. преждевременными	20	20
Закончили беременность абортами	5	0
в т.ч. в сроке 22-27 нед.	4	0
% невынашивания	3,5	3,2
Осмотрены терапевтом всего	682	625
в т.ч. до 12 недель	585	541
Количество беременных с УЗИ 1 этапа 10 - 14 нед.	675	625
2 этапа 20 - 24 нед.	677	625
3 этапа 28 - 34 нед.	670	625
Кол-во бер-х с УЗИ II-уровня	417	389
обследованы на ХГЧ и АФП	677	625
Обследованы на хронические инфекции	497	480
Rt-обследование родильниц	677	625
Количество беременных, страдающих ЗГП:	467	480
Болезни системы кровообращения	153	91
Ожирение II и III степени	13	4
Сахарный диабет	1	0
Болезни щитовидной железы	17	14
Болезни почек	87	86
Венозные осложнения	5	5
Наркотическая зависимость	0	0
Сифилис	0	0
Туберкулез	0	0
ВИЧ-инфицирование	0	0
Количество беременных с анемией	236	215
Всего беременных с гестозом	173	109

Рис. 9. Форма построения отчетов

в управление здравоохранения и содержит 61 показатель, часть из которых агрегированные, а часть рассчитывается на основе полученных данных с применением формул. Сформированный отчет можно выгрузить в файл формата MS Excel. Графический отчет «Статистика по группам риска» содержит общее количество беременных, попавших в каждую группу риска за выбранный период. Статистические отчеты необходимы для анализа качества оказания медицинской помощи беременным, определения уровня их здоровья. Отчеты предоставляются в службы контроля и статистики.

В настоящее время разработанная авторами экспертная система введена в эксплуатацию в Кемеровском МУЗ Городская больница №1 им. М.Н. Горбуновой и используется для выявления рисков и прогнозирования исхода беременности, а также для составления отчетности по беременным, обратившимся в поликлинику. Предполагается, что в результате эксплуатации системы повысится уровень диагностики; выявление развития патологий будет осуществляться на более ранних стадиях; увеличится число благополучных исходов; повысится индекс здоровья новорожденных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жариков, О.Г. Экспертные системы в медицине / О.Г. Жариков, А.А. Литвин, В.А. Ковалёв // Медицинские новости. – 2008. – № 10. – С. 15-18.
2. Бойко, К.Г. Разработка экспертной системы прогнозирования исхода беременности и родов / К.Г. Бойко, М. П. Никифоров // Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 3-5 марта 2010 г., ч.3. – Томск: Изд-во СПБ Графикс. – С. 50.
3. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2002. – 384 с.
4. Пасман, Н.М. Гестоз: Клиника, диагностика, лечение и профилактика. Метод. реком. / Н.М. Пасман, Е.Р. Черных, А.Н. Бурухина, И.М. Поздняков, С.М. Кустов. Отв. ред. член-корр. РАМН, проф. В.Н. Серов. – Новосибирск: Управление здравоохранения Мэрии г. Новосибирска, НИИ клинической иммунологии СО РАМН, НИИ региональной патологии и патоморфологии СО РАМН, НИИ клинической и экспериментальной лимфологии СО РАМН, Новосибирский медицинский институт МЗ РФ. – 1998.

□ Авторы статьи:

Бойко

Кристина Глебовна
– выпускница ИЭФ, гр. ПИ051,
e-mail: boyko_kristina@mail.ru;

Никифоров

Максим Павлович
– выпускник ИЭФ, гр. ПИ051,
e-mail: nikiforov.maksim@gmail.com

Пимонов

Александр Григорьевич
– докт. техн. наук, проф., зав. каф.
вычислительной техники и информационных технологий,
e-mail: pag_vt@kuzstu.ru.