УДК 075.8

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА И ТЕОРИИ КАТАСТРОФ СИНДРОМА ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

В. А. Острейковский

В течение последних двух десятилетий в рамках исследований по искусственному интеллекту формировалось самостоятельное направление – инженерия знаний и его раздел «Интеллектуальные информационные системы» (ИИС). В задачу этого направления входят исследование и разработка программ (устройств), использующих знания и процедуры логического вывода для решения задач, являющихся трудными для экспертов. ИИС могут быть отнесены к системам искусственного интеллекта общего назначения, т.е. системам, которые не только исполняют заданные процедуры, но на основе метапроцедур поиска генерируют и используют процедурные знания для решения новых конкретных задач. На практике ИИС используются прежде всего как «системы – советчики» в тех ситуациях, где специалист сомневается в выборе правильного решения. Экспертные знания, хранящиеся в памяти системы, более глубокие и полные, чем соответствующие знания пользователя.

Приобретение знаний является одним из узких мест процесса разработки ИИС. Так как инженер по знаниям имеет гораздо меньше знаний о предметной области, чем эксперт, то возникают проблемы взаимодействия, препятствующие процессу переноса опыта эксперта в вычислительную программу. Одним из способов получения новых знаний является обработка опыта экспертов и данных мониторинга объекта с помощью соответствующего математического аппарата.

В настоящий момент в отделении реанимации новорожденных принятие решений, связанных с постановкой диагноза и последующего лечения, принимается на уровне использования личного опыта врачей отделения. Принятие решения врачами отделения – одна из самых критичных областей деятельности отделения, так как неверное решение может привести к ухудшению состояния пациента или даже к его гибели. Уменьшения показателей смертности новорожденных можно добиться путем внедрения ИИС, позволяющих в критических ситуациях оценить положение объекта управления и помочь в принятии решения на основе как личного опыта врача, так и на основе базы знаний, имеющей в своем составе структурированные знания по предметной области. Использование таких систем, как советчики, системы принятия решений, экспертные системы, облегчит задачу оперативного установления диагноза и принятия решения для эффективного лечения с целью уменьшения риска летального исхода и последующих за выпиской осложнений. В статье [1] приведены линейные многофакторные модели оксигенотерапии респираторным дистресс-синдромом новорожденных.

Целью данной статьи является отыскание математических моделей второго порядка с учетом квадратичных эффектов с помощью методов теории катастроф и многомерного регрессионного анализа применительно к больным с синдромом дыхательных путей.

Характеристика предметной области

В структуре перинатальной заболеваемости и смертности респираторный дистресс-синдром новорожденных (РДСН) занимает ведущее место. В повседневной практике РДСН устанавливается как самостоятельный диагноз.

Термины синдром дыхательных путей (СДР) и болезнь гиалиновых мембран (БГМ) в зарубежной литературе синонимы. СДР является более общим термином в отличие от РДСН, так как является синдромом, наблюдающимся как у доношенных, так и у недоношенных детей, РДСН же можно отнести к недоношенным. Частота развития СДР зависит от степени недонашивания беременности.

В настоящее время не существует окончательно установленного метода лечения РДСН. Все терапевтические мероприятия носят симптоматический характер и сводятся лишь к поддержанию жизнедеятельности организма. Их непосредственными целями являются: обеспечение эффективной вентиляции легких, коррекции нарушений кислотно-щелочного равновесия, обеспечение оптимальной температуры окружающей среды и поддержания нормального уровня кровяного давления. Для частичного или полного замещения функции внешнего дыхания у больных, находящихся в критических состояниях применяется искусственная вентиляция легких (ИВЛ). Она может быть контролируемой, когда все параметры вентиляции задаются респиратором, или вспомогательной, когда хотя бы один из параметров (например, частота дыхания) определяется пациентом. Из вспомогательных режимов ИВЛ наиболее распространенным в педиатрической практике является режим, при котором аппарат обеспечивает установленное количество контролируемых вдохов, между которыми больной может дышать самостоятельно.

При построении уравнений множественной регрессии основным этапом является отбор наиболее существенных факторов, воздействующих на результирующий признак. На основе исследованной предметной области были выделены основные управляющие и контролируемые параметры, между которыми необходимо установить зависимости.

Основным поражающим фактором СДР является гипоксия (кислородное голодание). Движение газов в организме происходит в результате разницы парциальных давлений. Парциальное давление – это та часть давления, которую составляет данный газ из общей смеси газов. Понижение давления O_2 в ткани способствует движению кислорода к ней. Для CO_2 градиент давления направлен в обратную сторону, и CO_2 с выдыхаемым воздухом уходит в окружающую среду. Изучение физиологии дыхания фактически сводится к изучению этих градиентов и того, как они поддерживаются.

Парциальное давление кислорода (PaO_2) является основной движущей силой кислорода к тканям и основным контролируемым параметром.

Среднее давление в дыхательных путях (MAP) является интегральным показателем, отражающим влияние таких параметров вентиляции, как пиковое давление вдоха, положительное давление в конце выдоха, время вдоха, время выдоха, а также скорости газотока. Величина MAP мониторируется большинством современных аппаратов ИВЛ.

Величина MAP – один из самых информативных показателей ИВЛ. MAP прямо коррелирует с уровнем оксигенации крови, т.е. чем выше MAP, тем выше PaO_2. С другой стороны, повышение MAP увеличивает опасность негативного влияния на гемодинамику. Изменяя параметры вентиляции, врач должен подумать прежде всего о том, как это отразится на MAP.

Очень важным управляющим параметром является фракция кислорода FiO_2. Он показывает процентное содержание кислорода в воздушной массе, подаваемой ребенку для дыхания. FiO_2 может изменяться в пределах от 21 (норма) до 100 %.

Основными показателями гемодинамики больного являются: частота сердечных сокращений (ЧСС) и среднее давление в крови (АДср). За данными параметрами ведется постоянный мониторный контроль.

Величина $TcpO_2$ определяет значение давления кислорода в артериальной крови, измеренное неинвазивным чрескожным методом. Поэтому для статистических исследований оценки состояния пациента экспертным путем были выбраны следующие параметры: $TcpO_2$ (парциальное давление кислорода), FiO_2 (фракция кислорода), MAP (среднее давление в дыхательных путях), ЧСС (частота сердечных сокращений), АДср (среднее давление в крови).

Путем анализа предметной области и экспертного опроса специалистов-врачей был сделан вывод, что наиболее важная переменная, которая может быть зависимой переменной (откликом) в регрессионном анализе – это парциальное давление кислорода ($TcpO_2$), измеренное с помощью транскутарного мониторинга. Кроме $TcpO_2$, в качестве зависимых переменных могут быть использованы также параметры искусственной вентиляции легких: MAP или FiO_2, значения которых устанавливаются врачами в процессе лечения больных.

Для сбора статистических данных использовались истории болезней пациентов с РДС-синдромом. Исследования проводились по двум группам пациентов по исходу болезни: умершие и выжившие.

Так как РДС поражает 80 % случаев недоношенных детей, и случаи возникновения РДС у доношенных детей редки и, как правило, не приводят к смертельному исходу, исследованию подверглись недоношенные дети со сроком гестации от 26 до 39 недель. Возраст пациентов до 7 дней жизни, так как острый период заболевания приходится на 2 – 3 день. Среднее время пребывания детей на ИВЛ – 5 дней.

Все дети находились на ИВЛ. Так как учет параметров в отделении производится ежечасно, в исследовании была сохранена такая дискретность.

Объем собранного статистического материала приведен в табл 1.

Таблица 1

Показатели	Группа выживших	Группа умерших
Число пациентов	19	9
Число измерений	952	394

Построение уравнений регрессии

Для целей исследования были использованы следующие уравнения регрессии.

Уравнение линейной регрессии:

$$Y_1(X) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \varepsilon_1, \tag{1}$$

где β_0, β_i – коэффициенты регрессии; $i = \overline{1,k}$ – число независимых переменных (факторов); ε_1 – стандартная ошибка.

Уравнение регрессии второго порядка с учетом линейных и квадратичных эффектов:

$$Y_2(X) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} X_i^2 + \varepsilon_2, \tag{2}$$

где β_{ii} – коэффициенты регрессии, учитывающие влияние квадратичных эффектов факторов на функцию отклика $Y_2(X)$.

Уравнение регрессии второго порядка с учетом линейных, квадратичных эффектов и эффектов взаимодействия факторов:

$$Y_3(X) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i,j=1}^{k} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon_3, \tag{3}$$

где β_{ij} – коэффициенты регрессии, учитывающие влияние взаимодействия факторов на функцию отклика $Y_3(X)$.

С помощью ППП STATISTICA 6.0 были получены значения коэффициентов регрессии уравнений (1)–(3) по статистическим данным ОРИТН МГБ №1 г. Сургута. Для построения линейной модели был использован тип Multiply regression, который позволяет построить линейную модель регрессии. Для построения второй модели использовался тип Polynomial regression, для третьей – Response Surface Regression.

Примем обозначения: $Y = T$срО$_2$, X_1 = FiO2, X_2 = MAP, X_3 = ЧСС, X_4 = Адср. Тогда в окончательном виде уравнения (1)–(3) имеют следующий вид:

1) для группы выживших пациентов:

– линейная модель:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 82{,}87(\pm 3{,}457) - 0{,}002(\pm 0{,}043)X_1 - 0{,}421(\pm 0{,}091)X_2 + \\ & + 0{,}073(\pm 0{,}0196)X_3 - 0{,}182(\pm 0{,}038)X_4 + 15{,}61; \end{aligned} \tag{4}$$

– модель, учитывающая линейные и квадратичные эффекты:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 96{,}35(\pm 8{,}297) - 5{,}44(\pm 1{,}028)X_1 - 1{,}399(\pm 0{,}226)X_2 + 0{,}141(\pm 0{,}082)X_3 - 0{,}622(\pm 0{,}2498)X_4 + \\ & + 0{,}051(\pm 0{,}0096)X_1^2 + 0{,}008(\pm 0{,}002)X_2^2 - 0{,}0003(\pm 0{,}0004)X_3^2 + 0{,}004(\pm 0{,}002)X_4^2; \end{aligned} \tag{5}$$

– модель, учитывающая линейные эффекты, эффекты взаимодействия факторов и квадратичные эффекты:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 98{,}92(\pm17{,}26) - 7{,}122(\pm1{,}292)X_1 + 1{,}232(\pm1{,}858)X_2 + 0{,}056(\pm0{,}145)X_3 - \\ & - 0{,}756(\pm0{,}347)X_4 + 0{,}043(\pm0{,}023)X_1X_2 - 0{,}00046(\pm0{,}0034)X_1X_3 - 0{,}0092(\pm0{,}0104)X_2X_3 + \\ & + 0{,}0036(\pm0{,}0030)X_1X_4 - 0{,}026(\pm0{,}017)X_2X_4 + 0{,}0019(\pm0{,}0018)X_3X_4 + 0{,}063(\pm0{,}011)X1^2 + \\ & + 0{,}0082(\pm0{,}0016)X_2^2 - 0{,}00016(\pm0{,}00040)X_3^2 + 0{,}0046(\pm0{,}0023)X_4^2; \end{aligned} \quad (6)$$

2) для группы умерших пациентов:

– линейная модель:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 47{,}31(\pm8{,}145) - 0{,}176(\pm0{,}106)X_1 - 0{,}172(\pm0{,}0705)X_2 + \\ & + 0{,}098(\pm0{,}049)X_3 + 0{,}132(\pm0{,}051)X_4 + 18{,}26; \end{aligned} \quad (7)$$

– модель, учитывающая линейные и квадратичные эффекты:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 22{,}44(\pm22{,}11) - 46{,}49(\pm3{,}201)X_1 + 1{,}143(\pm0{,}205)X_2 + 0{,}315(\pm0{,}334)X_3 + 1{,}129(\pm0{,}219)X_4 + \\ & + 0{,}456(\pm0{,}032)X_1^2 - 0{,}008(\pm0{,}001)X_2^2 - 0{,}001(\pm0{,}001)X_3^2 - 0{,}009(\pm0{,}002)X_4^2; \end{aligned} \quad (8)$$

– модель, учитывающая линейные эффекты, эффекты взаимодействия факторов и квадратичные эффекты:

$$\begin{aligned} Y(X) = {} & 13{,}84(\pm31{,}24) - 83{,}22(\pm13{,}84)X_1 + 3{,}260(\pm0{,}980)X_2 - 0{,}159(\pm0{,}375)X_3 + 0{,}337(\pm0{,}554)X_4 + \\ & + 0{,}900(\pm0{,}333)X_1X_2 + 0{,}064(\pm0{,}023)X_1X_3 - 0{,}0092(\pm0{,}0050)X_2X_3 + 0{,}3939(\pm0{,}1506)X_1X_4 - \\ & - 0{,}0268(\pm0{,}012)X_2X_4 + 0{,}0037(\pm0{,}0027)X_3X_4 + 0{,}351(\pm0{,}054)X_1^2 - 0{,}0097(\pm0{,}0017)X_2^2 + \\ & + 0{,}00050(\pm0{,}0013)X_3^2 - 0{,}0060(\pm0{,}0024)X_4^2. \end{aligned} \quad (9)$$

Для оценки степени зависимости между случайными величинами X и Y использованы коэффициенты множественной корреляции r_{XY} и детерминации r_{XY}^2 [2, 3]:

$$r_{XY} - \frac{\operatorname{cov}(X,Y)}{\sigma_X\sigma_Y} = \frac{M\left[\left(X-m_X\right)\left(Y-m_Y\right)\right]}{\sigma_X\sigma_Y},$$

где M – оператор математического ожидания; m_X, σ_X, m_Y, σ_Y – соответственно математические ожидания и среднеквадратические отклонения случайных величин X и Y.

В табл. 2 приведены значения коэффициентов корреляции и детерминации для уравнений (4)–(9).

Анализ полученных значений коэффициентов регрессии, корреляции и детерминации позволяет получить следующие выводы:

– сравнение линейной регрессионной модели, квадратичной модели, модели взаимодействия факторов и модели взаимодействия факторов с квадратичными эффектами показывает, что модели второго порядка ближе описывают зависимость функции отклика Т$_{\text{ср}}O_2$ = F{FiO_2, MAP, ЧСС, АДср} от независимых переменных, чем модели первого порядка; причем это характерно для обеих исследуемых групп пациентов;

– значения коэффициентов r_{XY} и r_{XY}^2 как в линейном случае, так и в случае учета квадратичных эффектов существенно различаются для групп выживших и умерших пациентов в 1,5÷2,0 раза;

– влияние квадратичных эффектов и эффектов взаимодействия на функцию отклика во всех моделях и обеих групп пациентов значительно ниже, чем влияние линейных членов;

– из рассмотренных независимых переменных наибольший вклад в функцию отклика вносит фракция кислорода FiO_2;

– сравнение коэффициентов детерминации и корреляции у двух исследуемых групп пациентов свидетельствует, что зависимость между откликом и независимыми переменными в группе умерших более заметна, чем у выживших пациентов. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что в группе умерших пациентов все жизненные процессы протекают более однородно.

Таблица 2

Показатели		Коэффициент множественной корреляции r_{XY}	Коэффициент детерминации r_{XY}^2
Группа выживших	линейная модель	0,226	0,051
	квадратичная модель	0,330	0,109
	модель, учитывающая квадратичные эффекты и взаимодействие факторов	0,341	0,116
Группа умерших	линейная модель	0,193	0,371
	квадратичная модель	0,677	0,458
	модель, учитывающая квадратичные эффекты и взаимодействие факторов	0,686	0,471

Построение моделей катастроф типа «складка» и «сборка» для пациентов с РДС на основании регрессионной квадратичной модели

В литературе [4–6] отсутствуют сведения о возможности использования функций отклика многофакторной модели, описывающей состояние объекта в многомерной области. В данной статье сделана попытка нахождения локальных максимумов и минимумов, характеризующих моменты наступления катастроф складки и сборки. Под катастрофой понимается наступление летального исхода пациента.

Как известно, потенциальная энергия E (характеризующая состояние пациента с РДС) аналитически имеет вид:

– для катастрофы складки

$$E_a(x) = \frac{1}{3}x^3 + ax; \tag{10}$$

– для катастрофы сборки

$$E_{ab}(x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx, \tag{11}$$

где коэффициенты a и b – параметры управления.

Многообразие катастрофы M для уравнения (10) определяется уравнением

$$0 = \frac{d}{dx}\mathrm{E}_a(x) = x^2 + a. \tag{12}$$

Там, где функция полной потенциальной энергии имеет строгий локальный минимум, объект находится в устойчивом равновесии (критическая точка не выроождена). При некотором ухудшении состояния пациента (например, при уменьшении АДср и FiO_2, увеличении ЧСС) минимум критической точки вырождается. Затем при последующей малой «деформации» вырожденная критическая точка как структурно-неустойчивая распадается на невырожденные или исчезает (табл. 3, 4). Состояние пациента при этом, следуя принципу минимума потенциальной энергии, скачкообразно переходит в новое состояние (потеря устойчивости организма со всеми вытекающими последствиями).

Таблица 3

Группа выживших

Показатели	FiO2	MAP	ЧСС	АДср
Среднее	0,37	5,65	128,62	54,57
Минимальное	0,20	0,60	14,00	8,00
Максимальное	1,00	13,00	189,00	93,00

Таблица 4

Группа умерших

Показатели	FiO2	MAP	ЧСС	АДср
Среднее	0,58	9,72	137,58	52,51
Минимальное	0,2	0,3	47	13
Максимальное	1	20,5	182	97

Рассмотрим уравнение (12) при допущениях, что $x = 1$, рассчитаем коэффициент a:

$$a = E(x) - \frac{1}{3}. \qquad (13)$$

Подставив полученное значение параметра a в уравнение (13), получим

$$x^2 - \frac{1}{3} + E(x) = 0. \qquad (14)$$

За значения X_i (i = 1, 2, 3, 4) возьмем их среднее, минимальное и максимальное значения, учитывая разброс (слева, справа, в центре интервала).

Рассчитаем значение Y, так как необходимо учесть среднее, максимальное и минимальное значения параметров, а также ошибки в расчетах коэффициентов в уравнениях регрессии (5), (8), (6), (9), получим девять значений Y.

Таблица 5

Группа выживших

Значение Y / Значение параметров	Без учета ошибки	Максимальное с учетом ошибки	Минимальное с учетом ошибки
Среднее	79,49	106,23	52,74
Минимальное	93,26	110,73	75,796
Максимальное	64,29	89,97	38,62

Таблица 6

Группа умерших

Значение Y / Значение параметров	Без учета ошибки	Максимальное с учетом ошибки	Минимальное с учетом ошибки
Среднее	–13,82	20,87	–48,52
Минимальное	–3,18	19,08	–25,43
Максимальное	172,63	154,72	190,54

Построим кривые зависимостей $TcpO_2$ (FiO2,MAP, ЧСС, АДср) для группы выживших и группы умерших. Для этого примем значение стандартной деформации $\mathrm{E}(x) = Y$, где Y выберем из табл. 5 для группы выживших пациентов и из табл. 6 для группы умерших пациентов и подставим Y в уравнение (14).

Значения параметров модели, учитывающей квадратичные эффекты и катастрофу сборки, приведены в табл. 7, 8.

Таблица 7

Группа выживших

Значение Y / Значение параметров	Без учета ошибки	Максимальное с учетом ошибки	Минимальное с учетом ошибки
Среднее	79,40	126,52	72,00
Минимальное	96,62	103,66	81,85
Максимальное	70,89	155,06	75,10

Таблица 8

Группа умерших

Значение Y / Значение параметров	Без учета ошибки	Максимальное с учетом ошибки	Минимальное с учетом ошибки
Среднее	15,90	153,15	–68,35
Минимальное	17,32	84,18	–3,37
Максимальное	–13,78	247,38	–223,66

Составим систему уравнений из уравнения (11) и $0 = \frac{d}{dx}\mathrm{E}_{ab}(x) = x^3 + ax + b.$

Получим

$$\begin{cases} Y = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx \\ 0 = x^3 + ax + b \end{cases}.$$

Пусть $X = 1$, тогда мы можем получить параметры a и b для каждого полученного значения Y.
Обозначим:
Y_1 – значение Y, полученное при средних Xi с отрицательными ошибками;
Y_2 – значение Y, полученное при средних Xi с положительными ошибками;
Y_3 – значение Y, полученное при средних Xi с нулевыми ошибками;
Y_4 – значение Y, при минимальных Xi с отрицательными ошибками;
Y_5 – значение Y, при минимальных Xi с положительными ошибками;
Y_6 – значение Y, при минимальных Xi с нулевыми ошибками;
Y_7 – значение Y, при максимальных Xi с отрицательными ошибками;
Y_8 – значение Y, при максимальных Xi с положительными ошибками;
Y_9 – значение Y, при максимальных Xi с нулевыми ошибками.
Тогда для катастрофы типа «сборка» имеем:

– для группы выживших:
$Y_1 = 72{,}00$, $a = –143{,}50$, $b = 142{,}50$.
$Y_2 = 126{,}50$, $a = –252{,}50$, $b = 251{,}50$.
$Y_3 = 79{,}39$, $a = –158{,}28$, $b = 159{,}28$.
$Y_4 = 81{,}85$, $a = –163{,}20$, $b = 162{,}20$.
$Y_5 = 103{,}66$, $a = –206{,}82$, $b = 205{,}82$.
$Y_6 = 96{,}62$, $a = –192{,}74$, $b = 191{,}74$.
$Y_7 = 75{,}10$, $a = –149{,}70$, $b = 148{,}70$.
$Y_8 = 155{,}06$, $a = –309{,}62$, $b = 308{,}62$.
$Y_9 = 70{,}89$, $a = –141{,}28$, $b = 140{,}28$.

– для группы умерших:
$Y_1 = –68{,}35$, $a = 137{,}20$, $b = –138{,}20$.
$Y_2 = 153{,}15$, $a = –305{,}80$, $b = 304{,}80$.
$Y_3 = 15{,}90$, $a = –31{,}30$, $b = 30{,}30$.
$Y_4 = –3{,}37$, $a = 7{,}24$, $b = –8{,}24$.
$Y_5 = 84{,}18$, $a = –167{,}86$, $b = 166{,}86$.
$Y_6 = 17{,}32$, $a = –34{,}14$, $b = 33{,}14$.
$Y_7 = –223{,}66$, $a = –446{,}82$, $b = 445{,}82$.
$Y_8 = 247{,}38$, $a = –494{,}26$, $b = 493{,}26$.
$Y_9 = –13{,}78$, $a = 28{,}06$, $b = –29{,}06$.

В качестве примера на рис. 1–4 приведены графические зависимости для многообразий катастроф для значений Y_1, Y_2 и Y_3.

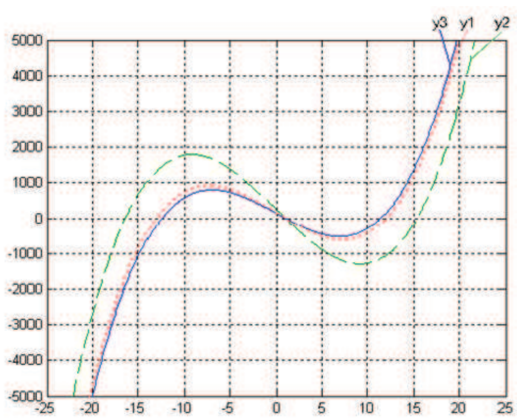

Рис. 1. Многообразие катастрофы «сборки» для выживших пациентов

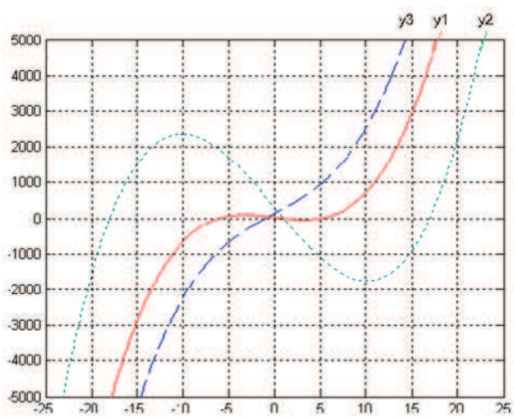

Рис. 2. Многообразие катастрофы «сборки» для умерших пациентов

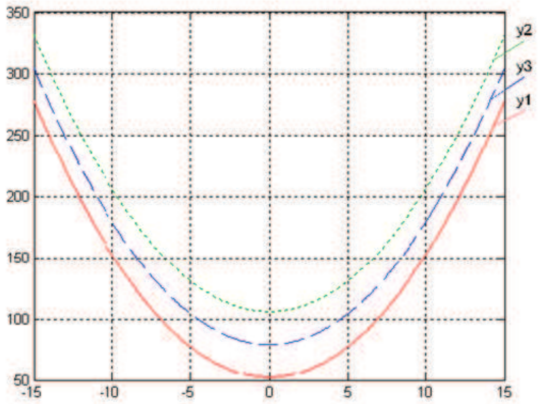

Рис. 3. Многообразие катастрофы «складки» для выживших пациентов

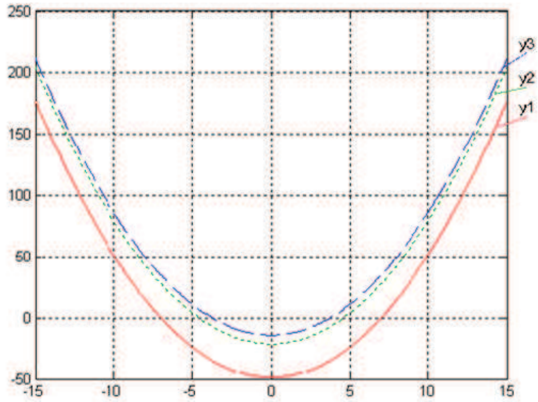

Рис. 4. Многообразие катастрофы «сборки» для умерших пациентов

Заключение

Таким образом, в статье отражены новые результаты по моделированию состояния пациентов с респираторным дистресс-синдромом дыхательных путей. Использованы многомерный регрессионный анализ и метод теории бифуркации с катастрофами «складка» и «сборка».

Лечащий врач, имея модели типа выражений (4)–(9) и зная конкретные значения параметров состояния больного, может прогнозировать ход лечения, принимая необходимые меры в зависимости от значений характеристик, приведенных на рис. 1–4.

Список литературы

1. Здрадовская, Ю. И. Линейные многофакторные модели оксигенотерапии больного респираторным дистресс-синдромом новорожденных / Ю. И. Здрадовская, В. С. Микшина, В. А. Острейковский // Системный анализ и обработка информации в интеллектуальных системах : сб. науч. тр. кафедры информатики и вычислительной техники. – Сургут : Сургут. гос. ун-т, 2003. – № 2. – С. 27–35.
2. Острейковский, В. А. Анализ устойчивости и управляемости динамических систем методами теории катастроф / В. А. Острейковский. – М. : Высш. шк., 2004. – 312 с.
3. Острейковский, В. А. Регрессионные модели и временные ряды в экономике / В. А. Острейковский, В. С. Микшина. – Сургут : Сургут. гос. ун-т, 2002. – 56 с.
4. Постон, Т. Теория катастроф и ее приложения / Т. Постон, И. Стюарт. – М. : Мир, 1980. – 607 с.
5. Томпсон, Дж. М. Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике / Дж. М. Т. Томпсон. – М. : Мир, 1985. – 254 с.
6. Арнольд, В. И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. – 3-е изд., доп. – М. : Наука, 1990. – 128 с.

УДК 075.8

Острейковский, В. А.

Математические модели регрессионного анализа и теории катастроф синдрома дыхательных путей / В. А. Острейковский // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 1. – С. 69–77.

Острейковский Владислав Алексеевич
доктор технических наук, профессор,
кафедра информатики и вычислительной техники,
Сургутский государственный университет,
628400, Ханты-Мансийский автономный округ – Юрта, г. Сургут, проспект Ленина, 1.
E-mail: ova@ivi.surgu.ru

V. Ostrejkovski
Doctor of Technical Science, professor, the professor of chair information theory and computer technology
Surgut state university,
628400, Surgut, prospect of Lenin, d. 1.
E-mail: ova@ivi.surgu.ru

Аннотация. Дается пример использования интеллектуальных информационных систем в исследовании и разработке программ (устройств), использующих знания и процедуры логического вывода для решения сложноформализуемых задач, решение которых доступно системам, которые не только испол-

Abstract. The example of use of intellectual information systems in research and development of the programs (devices) using knowledge and procedures of a logical conclusion for the solution of difficult and formalizable tasks which decision is available to systems which not only execute the set procedures is given, but on the baняют заданные процедуры, но на основе метапроцедур поиска генерируют и используют процедурные знания для решения новых конкретных задач.

Ключевые слова: интеллектуальные информационные системы, экспертные оценки, приобретение знаний, респираторный дистресс-синдром новорожденных.

sis of metaprocedures of search generate and use procedural knowledge for the solution of new specific objectives.

Key words: intellectual information systems, expert estimates, acquisition of knowledge, respiratory distress syndrome of newborns.