

ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ МНОГОФАКТОРНОГО АНАЛИЗА С ПОМОЩЬЮ
АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ

В.А. ХРОМУШИН*, Т.С. ЛУКИНА*, О.В. ХРОМУШИН**, Д.В. ПАЦУКОВА***

*Тулский государственный университет, тел. +7 (4872) 25-47-26, e-mail: vik@khromushin.com

**Тулское региональное отделение Академии медико-технических наук,
e-mail: oleg@khromushin.com

***Федеральное государственное бюджетное учреждение «Поликлиника №1», Москва,
e-mail: d.pazukova@vipnet.ru

Аннотация. В статье рассматривается этап подготовки базы данных для многофакторного анализа с помощью алгебраической модели конструктивной логики, которая успешно используется с 1999 года для выполнения аналитических работ в медицине и биологии. Исходными данными для построения модели является таблица. Каждая строка в этой таблице рассматривается как случай, в котором занесены значения факторов и результат их воздействия.

Результирующая модель представлена набором результирующих составляющих в виде факторов с указанием пределов определения, объединенных знаком конъюнкции (указывающим на совместное воздействие). Каждая результирующая составляющая характеризуется мощностью, являющейся сутью числа строк в таблице, которые соответствуют указанным пределам определения факторов при их совместном действии. Результирующие логические выражения характеризуют сочетанные факторы (с указанием пределов определения каждого из них) по их мощности как степени влияния на результат.

Исходная таблица данных не должна содержать противоречий (когда цель достигается и не достигается при одних и тех же значениях факторов). С этой целью в программе предусмотрено исключение тех целевых строк, которые совпадают с нецелевыми строками. Однако это не всегда является приемлемым в случаях большого числа совпадающих целевых строк и единичного числа нецелевых строк. В этом случае исключается большое число случаев из-за единичной нецелевой строки.

Предлагается механизм анализа совпадений целевых и нецелевых строк для выбора единичных нецелевых строк для их удаления из базы на примере дисплазии соединительной ткани с магнито-терапией. Дан сравнительный анализ полученных математических моделей и показан эффект улучшения математической модели, построенной на основе алгебраической модели конструктивной логики.

Ключевые слова: многофакторный анализ, математическая модель, база данных, дисплазия соединительной ткани.

DATABASE OPTIMIZATION FOR MULTI-FACTOR ANALYSIS BY MEANS OF THE ALGEBRAIC
MODEL OF CONSTRUCTIVE LOGIC

V.A. KHROMUSHIN*, T.S. LUKINA*, O.V. KHROMUSHIN**, D.B. PATSUKOVA***

*Tula State University, phone +7 (4872) 25-47-26, e-mail: vik@khromushin.com

**Tula Regional Branch of the Academy of Medico-Technical Sciences,
e-mail: oleg@khromushin.com

***Federal state budgetary institution "Polyclinic 1", Moscow,
e-mail: d.pazukova@vipnet.ru

Abstract. The paper considers the stage of preparing the database for multi-factor analysis by means of the algebraic model of constructive logic that has been used successfully since 1999 to perform the analysis in medicine and biology. Initial data for model building is a table. Each line in this table is treated as a case where the values of factors and their impacts are marked. The resulting model is represented by a set of result components in the form of factors indicating the limit of detection combined by conjunction sing (pointing to the combined effect). Each resulting component is characterized by the capacity is the essence of the number of lines in the table, which correspond to the specified limits of determining factors in their joint action. The resulting logical expression is characterized by a combination of factors (indicating the detection limits of each of them) in their capacity as the degree of influence on the result. The initial table data should not have contradictions (when the aim is achieved and isn't achieved by the same values of the factors). To this aim, the program envisages the exception of those targeted lines of which coincide with non-target strings. However, this isn't always acceptable

in cases of a large number of matching target lines and the singular numbers of non-target strings. Then a large number of cases due to the single non-target line are excluded. The analysis of the coincidences of target and non-target lines to select a single non-target line, to remove them from the database on the example of connective tissue dysplasia with magnesium therapy has been proposed. Comparative analysis of the obtained mathematical models was carried out. The effect of improvement of mathematical model on the basis of algebraic model of constructive logic was demonstrated.

Key words: multi-factor analysis, mathematical model, database, dysplasia of connective tissue

Введение. В настоящее время многофакторный анализ с помощью алгебраической модели конструктивной логики (АМКЛ) успешно используется с 1999 года для выполнения аналитических работ в медицине и биологии [1-11].

АМКЛ в своей основе является моделью интуитивистского исчисления предикатов, отображающей индуктивную часть мышления - формулирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности. С общей точки зрения систему можно применять как средство, согласующее информационные каналы исследуемого объекта и пользователя [1, 4-9]. С философской точки зрения АМКЛ обеспечивает отыскание закономерностей в хаосе.

Исходными данными для построения модели является таблица. Каждая строка в этой таблице рассматривается как случай, в котором занесены значения факторов (в факторных столбцах) и результат их воздействия (в целевом столбце).

Результирующая модель представлена набором результирующих составляющих в виде факторов с указанием пределов определения, объединенных знаком конъюнкции (указывающим на совместное воздействие). Каждая результирующая составляющая характеризуется мощностью (W), являющейся сутью числа строк в таблице, которые соответствуют указанным пределам определения факторов при их совместном действии.

Результирующие логические выражения характеризуют сочетанные факторы (с указанием пределов определения каждого из них) по их мощности как степени влияния на результат.

Исходная таблица данных не должна содержать противоречий (когда цель достигается и не достигается при одних и тех же значениях факторов). С этой целью в программе предусмотрено исключение тех целевых строк, которые совпадают с нецелевыми строками. Однако это не всегда является приемлемым в случаях большого числа совпадающих целевых строк и единичного числа нецелевых строк. В этом случае исключается большое число случаев из-за единичной нецелевой строки.

Цель исследований: Разработать механизм анализа совпадений целевых и нецелевых строк для выбора единичных нецелевых строк для их удаления из базы.

Объект, методы и средства исследования. Рассмотрим механизм анализа совпадений целевых и нецелевых строк на примере массива в 420 случаев по использованию магниевой терапии с факторами, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Факторы, используемые в анализе дисплазии соединительной ткани с магниевой терапией

Обозначение	Название фактора	Значения фактора	Кол-во
X1	Магниевая терапия	0 – дисплазия соединительной ткани без магниевой терапией	185
		1 – дисплазия соединительной ткани с магниевой терапией	190
		2 – без признаков дисплазии соединительной ткани и без магниевой терапией	45
X2	Возраст (в годах)	Число лет (целое число)	
X3	O21.0 – Рвота беременных легкая или умеренная	0 - нет	305
		1 - есть	115
X4	O20.0 – Угрожающий аборт (Кровотечение, уточненное как проявление угрожающего аборта)	0 - нет	311
		1 - есть	109
X5	O45.0 – Преждевременная отслойка плаценты с нарушением свертываемости крови	0 - нет	402
		1 - есть	18

Продолжение таблицы 1

X6	O34.3 – Истмико-цервикальная недостаточность, требующая предоставления медицинской помощи матери	0 - нет	344
		1 - есть	76
X7	O11 – Существовавшая ранее гипертензия с присоединившейся протеинурией	0 - нет	272
		1 - есть	148
X8	O99.0 – Туберкулез, осложняющий беременность, деторождение или послеродовый период	0 - нет	319
		1 - есть	101
X9	P20 – Внутритрубная гипоксия	0 - нет	313
		1 - есть	107
X10	P05 – Замедленный рост и недостаточность питания плода	0 - нет	375
		1 - есть	45
X11	N96 – Привычный выкидыш	0 - нет	415
		1 - есть	5
X12	O80 – Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение	0 - нет	91
		1 - есть	329
X13	O60 – Преждевременные роды	0 - нет	385
		1 - есть	35
X14	O63 – Затяжные роды	0 - нет	395
		1 - есть	25
X15	O62.0 – Первичная слабость родовой деятельности	0 - нет	332
		1 - есть	88
X16	O20.8 – Другие кровотечения в ранние сроки беременности	0 - нет	364
		1 - есть	56
X17	O72 – Послеродовое кровотечение	0 - нет	390
		1 - есть	30

Математическая модель, построенная с помощью АМКЛ, представлена следующими результирующими поставляющими [3]:

Импlications ПРЯМЫЕ из файла: E:\АналитРасчеты\base.txt

Переменная цели: X1.

Значение цели: 1.

Маска: нет

Совпало целевых и нецелевых строк: 36.

1. W= 59.

$(0 \leq X3 < 1) \& (0 \leq X4 < 1) \& (21 < X2 < 25)$

Строки: 197; 198; 203; 204; 205; 215; 220; 221; 226; 227; 228; 232; 237; 238; 243; 244; 249; 250; 251; 255; 260; 261; 277; 278; 283; 284; 289; 290; 291; 295; 297; 298; 303; 304; 305; 309; 314; 315; 320; 321; 326; 327; 328; 332; 334; 335; 340; 341; 342; 346; 351; 352; 357; 358; 363; 364; 365; 369; 375

2. W= 30.

$(0 < X12 \leq 1) \& (20 \leq X2 < 22)$

Строки: 210; 211; 212; 213; 233; 234; 235; 256; 257; 258; 259; 273; 274; 275; 276; 296; 310; 311; 312; 313; 333; 347; 348; 349; 350; 370; 371; 372; 373; 374

3. W= 22.

$(0 < X6 \leq 1) \& (0 < X12 \leq 1) \& (0 \leq X8 < 1) \& (0 \leq X4 < 1)$

Строки: 196; 197; 198; 199; 229; 230; 231; 232; 233; 234; 235; 237; 238; 246; 247; 248; 249; 250; 251; 252; 253; 254

4. W= 16.

$(22 < X2 < 25) \& (0 < X12 \leq 1) \& (0 \leq X7 < 1) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 205; 227; 250; 251; 267; 268; 290; 291; 304; 305; 327; 328; 341; 342; 364; 365

5. W= 14.

$(0 \leq X15 < 1) \& (27 < X2 < 29) \& (0 \leq X8 < 1) \& (0 \leq X13 < 1) \& (0 \leq X4 < 1)$

Строки: 196; 202; 219; 225; 242; 248; 265; 282; 288; 302; 319; 325; 339; 356

6. W= 10.

$(0 < X3 \leq 1) \& (0 \leq X4 < 1) \& (0 < X12 \leq 1)$

Строки: 196; 206; 207; 208; 209; 210; 211; 212; 213; 214

7. W= 9.

$(0 < X17 \leq 1) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 362; 363; 364; 365; 366; 367; 368; 369; 370

8. W= 6.

$(0 < X8 \leq 1) \& (25 \leq X2 < 26) \& (0 \leq X15 < 1) \& (0 \leq X13 < 1) \& (0 \leq X14 < 1)$

Строки: 194; 206; 207; 208; 360; 366

9. W= 6.

$(0 \leq X15 < 1) \& (0 < X9 \leq 1) \& (0 \leq X8 < 1) \& (0 \leq X13 < 1) \& (24 < X2 < 27) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 199; 200; 222; 223; 230; 231

10. W= 5.

$(23 < X2 < 26) \& (0 \leq X7 < 1) \& (0 \leq X12 < 1) \& (0 \leq X15 < 1) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 286; 308; 331; 343; 354

11. W= 4.

$(0 < X3 \leq 1) \& (0 < X8 \leq 1) \& (28 < X2 \leq 30) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 187; 188; 189; 190

12. W= 4.

$(0 < X10 \leq 1) \& (24 < X2 < 26) \& (0 \leq X16 < 1) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 193; 194; 208; 240

13. W= 4.

$(20 \leq X2 < 22) \& (0 < X9 \leq 1) \& (0 \leq X16 < 1)$

Строки: 233; 234; 235; 236

14. W= 3.

$(0 < X10 \leq 1) \& (26 < X2 < 30) \& (0 \leq X16 < 1)$

Строки: 195; 241; 242

15. W= 3.

$(0 \leq X15 < 1) \& (0 < X9 \leq 1) \& (0 \leq X8 < 1) \& (25 < X2 < 28) \& (0 \leq X4 < 1)$

Строки: 201; 218; 224

16. W= 3.

$(0 < X4 \leq 1) \& (24 < X2 < 27) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 269; 270; 271

17. W= 3.

$(0 < X10 \leq 1) \& (0 < X8 \leq 1) \& (0 \leq X6 < 1) \& (22 \leq X2 < 23) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 191; 192; 209

18. W= 2.

$(0 < X13 \leq 1) \& (0 \leq X8 < 1) \& (0 < X12 \leq 1) \& (25 \leq X2 < 28)$

Строки: 216; 217

Продолжение таблицы 2

Повторы	X	Цель
27	25000000000100000	1
9	27000000000100000	0
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1
9	27000000000100000	1

Анализ осуществляется просмотром совпадений больше 2 (выделены цветом) и выявления случаев не достижения цели (цель равна 0) по количеству значительно меньше, чем число случаев достижения цели (цель равна 1).

Наличие сильных диспропорций требует корректировки базы путем исключения случаев не достижения цели в таком повторе.

После удаления выделенных цветом повторов совпадения будут представлены следующим образом:

Таблица 3

Совпадающие целевые и нецелевые строки после оптимизации базы

Повторы	X	Цель
3	22010000000100000	0
3	22010000000100000	1
3	22010000000100000	1

Построим математическую модель на массиве в 418 случаев (после исключения двух нецелевых случаев).

Импликация ПРЯМЫЕ из файла: E:\АналитРасчеты\Base.txt

Переменная цели: X1.

Значение цели: 1.

Маска: нет.

Совпало целевых и нецелевых строк: 2.

1. M= 59.

(0 <= X3 < 1) & (0 <= X4 < 1) & (21 < X2 < 25)

Строки: 195; 196; 201; 202; 203; 213; 218; 219; 224; 225; 226; 230; 235; 236; 241; 242; 247; 248; 249; 253; 258; 259; 275; 276; 281; 282; 287; 288; 289; 293; 295; 296; 301; 302; 303; 307; 312; 313; 318; 319; 324; 325; 326; 330; 332; 333; 338; 339; 340; 344; 349; 350; 355; 356; 361; 362; 363; 367; 373

2. M= 47.

(0 <= X15 < 1) & (23 < X2 < 26) & (0 < X12 <= 1) & (0 <= X3 < 1)

Строки: 197; 198; 214; 215; 220; 221; 227; 228; 229; 237; 238; 243; 244; 250; 251; 252; 260; 261; 267; 268; 269; 277; 278; 283; 290; 291; 292; 297; 298; 304; 305; 314; 315; 320; 321; 327; 328; 334; 335; 342; 343; 351; 357; 358; 364; 365; 366

3. M= 45.

(23 < X2 < 26) & (0 <= X7 < 1) & (0 <= X15 < 1) & (0 <= X3 < 1)

Строки: 220; 221; 237; 238; 243; 244; 250; 251; 252; 260; 261; 267; 268; 269; 277; 278; 283; 284; 290; 291; 292; 297; 298; 304; 305; 306; 314; 315; 320; 321; 327; 328; 329; 334; 335; 341; 342; 343; 351; 352; 357; 358; 364; 365; 366

4. M= 30.

(20 <= X2 < 22) & (0 < X12 <= 1)

Строки: 208; 209; 210; 211; 231; 232; 233; 254; 255; 256; 257; 271; 272; 273; 274; 294; 308; 309; 310; 311; 331; 345; 346; 347; 348; 368; 369; 370; 371; 372

5. M= 27.

$(26 < X2 < 29) \& (0 \leq X15 < 1) \& (0 \leq X8 < 1) \& (0 \leq X13 < 1) \& (0 \leq X4 < 1)$

Строки: 194; 199; 200; 216; 217; 222; 223; 239; 240; 245; 246; 262; 263; 279; 280; 285; 286; 299; 300; 316; 317; 322; 323; 336; 337; 353; 354

6. M= 16.

$(22 < X2 < 25) \& (0 < X12 \leq 1) \& (0 \leq X7 < 1) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 203; 225; 248; 249; 265; 266; 288; 289; 302; 303; 325; 326; 339; 340; 362; 363

7. M= 10.

$(0 < X3 \leq 1) \& (0 \leq X4 < 1) \& (0 < X12 \leq 1)$

Строки: 194; 204; 205; 206; 207; 208; 209; 210; 211; 212

8. M= 6.

$(0 < X17 \leq 1) \& (0 < X8 \leq 1) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 188; 360; 361; 362; 363; 364

9. M= 4.

$(0 < X10 \leq 1) \& (24 < X2 < 26) \& (0 \leq X16 < 1) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 191; 192; 206; 238

10. M= 4.

$(0 < X3 \leq 1) \& (0 < X8 \leq 1) \& (28 < X2 \leq 30) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 185; 186; 187; 188

11. M= 4.

$(20 \leq X2 < 22) \& (0 < X9 \leq 1) \& (0 \leq X16 < 1)$

Строки: 231; 232; 233; 234

12. M= 3.

$(0 < X10 \leq 1) \& (0 < X8 \leq 1) \& (0 \leq X6 < 1) \& (22 \leq X2 < 23) \& (0 \leq X5 < 1)$

Строки: 189; 190; 207

13. M= 3.

$(0 < X10 \leq 1) \& (26 < X2 < 30) \& (0 \leq X16 < 1)$

Строки: 193; 239; 240

14. M= 1.

$(0 < X8 \leq 1) \& (0 \leq X9 < 1) \& (0 < X12 \leq 1) \& (0 \leq X16 < 1) \& (25 < X2 < 28) \& (0 \leq X7 < 1) \& (0 \leq X15 < 1) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 359

15. M= 1.

$(0 < X4 \leq 1) \& (0 < X13 \leq 1) \& (0 \leq X3 < 1)$

Строки: 184

Главные результирующие составляющие выделены жирным цветом. При этом был использован второй способ, поскольку функция распределения мощностей имеет ярко выраженный перегиб [13].

Обсуждение результатов. Сравнивая две математические модели до и после оптимизации базы можно оценить результат:

1. Изменились в сторону увеличения мощности результирующих составляющих.
2. Уменьшилось число результирующих составляющих.
3. Число совпадений целевых и нецелевых строк уменьшилось до двух.
4. Ряд результирующих составляющих изменились в части сочетанности и пределов определения факторов.

В целом указанные изменения следует оценивать как положительные, позволяющие улучшить математическую модель. Главным в этом является значительное увеличение числа анализируемых целевых случаев за счет незначительной потери нецелевых случаев, которыми можно пренебречь.

Вывод: Предлагаемый механизм анализа исходных данных может в ряде случаев существенно улучшить математическую модель, построенную на основе алгебраической модели конструктивной логики.

Литература

1. Щеглов В.Н., Хромушин В.А. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики // Вестник новых медицинских технологий. 1999. N 2. С.131–132.

2. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Хромушин О.В., Честнова Т.В. Обзор аналитических работ с использованием алгебраической модели конструктивной логики. Тула: Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание, 2011. N1, публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/LitObz.pdf> (дата обращения: 16.08.2011).
3. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Жеребцова В.А., Честнова Т.В. Программа построения алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике, биологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий. 2008. N 4. С.173–174.
4. Хромушин В.А., Черешнев А.В., Честнова Т.В. Информатизация здравоохранения. Учебное пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. 207с.
5. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Бучель В.Ф., Хромушин О.В. Алгоритмы и анализ медицинских данных. Учебное пособие. Тула: Изд-во «Тульский полиграфист», 2010. 123 с.
6. Честнова Т.В., Щеглов В.Н., Хромушин В.А. Контекстно-развивающаяся база данных для логической интеллектуальной системы, используемой в здравоохранении // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2001. N4. С.38–40.
7. Хромушин В.А. Методология обработки информации медицинских регистров. Тула: ТулГУ, 2005. 120 с.
8. Хромушин В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах // Автореферат диссертации доктора биологических наук. Тула: ТулГУ, 2006. 44с.
9. Хромушин В.А. Сравнительный анализ алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий (Электронный журнал). 2013. N1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4500.pdf> (дата обращения: 12.08.2013).
10. Хромушин В.А., Китанина К.Ю. Анализ инвалидности населения Тульской области // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. Тула: Тульский государственный университет, 2012. N 1 (публ. N1-1). URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3717.pdf> (дата обращения: 21.02.2012).
11. Хромушин В.А., Паньшина М.В., Даильнев В.И., Китанина К.Ю., Хромушин О.В. Построение экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики на примере гестозов // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. Тула: Тульский государственный университет, 2013. N1 (публ. N1-1). URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4171.pdf> (дата обращения: 03.01.2013).
12. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики. Вестник новых медицинских технологий. Тула: ТулГУ, 2009. N3. С.39–40.
13. Хромушин О.В. Способ выделения главных результирующих составляющих в алгебраической модели конструктивной логики. Тула: Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. Тула: ТулГУ, 2012. N1, публикация 1–2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3966.pdf> (дата обращения: 15.05.2012).

References

1. Shcheglov VN, Khromushin VA. Intellektual'naya sistema na baze algoritma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy (intuitsionistskoy) logiki [Intellectual system on the basis of algorithm design of algebraic model of constructive (intuitionistic) logic]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 1999;2:131-2. Russian.
2. Khromushin VA, Khadartsev AA, Khromushin OV, Chestnova TV. Obzor analiticheskikh rabot s is-pol'zovaniem algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki [The review of analytic works with the application of constructive logic model development]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnoe izdanie) [Internet]. 2011 [cited 2011 Aug 16];1:[about 4 p.] Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/LitObz.pdf>.
3. Khromushin VA, Buchel' VF, Zherebtsova VA, Chestnova TV. Programma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy logiki v biofizike, biologii i meditsine [The characteristics of program of algebraic models of constructive logic in biophysics, biology and medicine]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;4:173-4. Russian.
4. Khromushin VA, Chereshev AV, Chestnova TV. Informatizatsiya zdavookhraneniya. Uchebnoe posobie. Tula: Izd-vo TulGU; 2007. Russian.
5. Khromushin VA, Khadartsev AA, Buchel' VF, Khromushin OV. Algoritmy i analiz meditsinskikh dannykh. Uchebnoe posobie. Tula: Izd-vo «Tul'skiy poligrafist»; 2010. Russian.
6. Chestnova TV, Shcheglov VN, Khromushin VA. Kontekstno-razvivayushchaya baza dannykh dlya logicheskoy intellektual'noy sistemy, ispol'zuemoy v zdavookhranении. Epidemiologiya i infektsionnye bolezni. 2001;4:38-40. Russian.
7. Khromushin VA. Metodologiya obrabotki informatsii meditsinskikh registrov. Tula: TulGU; 2005.

Russian.

8. Khromushin VA. Sistemnyy analiz i obrabotka informatsii meditsinskikh registrov v re-gionakh [dissertation]. Tula (Tula region): TulGU; 2006. Russian.

9. Khromushin VA. Sravnitel'nyy analiz algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki [Comparative analysis of algebraic model of constructive logic] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnyy zhurnal) [Internet]. 2013 [cited 2013 Aug 12];1:[about 4 p.] Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4500.pdf>

10. Khromushin VA, Kitanina KYu. Analiz invalidnosti naseleniya Tul'skoy oblasti [Analyzing tula region populations` invalidity level]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnyy zhurnal) [Internet]. 2012 [cited 2012 Feb 121];1:[about 16 p.] Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3717.pdf>

11. Khromushin VA, Pan'shina MV, Dail'nev VI, Kitanina KYu, Khromushin OV. Postroenie ekspertnoy sistemy na osnove algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki na primere gestozov [Makingup an expert system on the basisof algebraic model of constructive logics on example gestosys]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy (Elektronnyy zhurnal) [Internet]. 2013 [cited 2013 Jan 03];1:[about 10 p.] Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4171.pdf>

12. Khromushin VA, Makhalkina VV. Obobshchennaya otsenka rezul'tiruyushchey algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki [The generalised estimation of resulting algebraic model of the constructive logic]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;3:39-40. Russian.

13. Khromushin OV. Sposob vydeleniya glavnykh rezul'tiruyushchikh sostavlyayushchikh v algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki [The method of separation of main resultant components in the algebraic model of constructive logic]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. (Elektronnyy zhurnal) [Internet]. 2012 [cited 2012 May 15];1:[about 6 p.] Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3966.pdf>