

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ
АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ

К.Ю. КИТАНИНА*, В.А. ХРОМУШИН*, А.С. ДЗАСОХОВ**, О.В. ХРОМУШИН***

*Тулский государственный университет, пр-т Ленина, 92, Тула, Россия, 300012,
e-mail: vik@khromushin.com

**Московский областной онкологический диспансер,

ул. Карбышева, 6, Балашиха, Московская обл., 143900, e-mail: apprentice@list.ru

***Тулское отделение Академии медико-технических наук, а/я 1842, Тула, Россия, 300026

Аннотация. Создание экспертных систем в медицине и биологии всегда считалась сложной и актуальной задачей, для решения которой можно использовать математический аппарат алгебраической модели конструктивной логики. Он позволяет достаточно просто оценивать вероятность исхода анализируемого события путем суммирования мощностей тех результирующих составляющих математической модели, которые удовлетворяют пределам определения входящих в них факторов. Чтобы получить вероятность достаточно разделить полученную сумму на максимально возможную величину. При этом точность экспертной системы зависит от точности подсчета максимально возможной суммарной мощности. В известном способе вычисления максимально возможной суммарной мощности математическая модель используется в качестве фильтра, через который необходимо пропустить все случаи. При этом суммируются мощности тех результирующих составляющих, которые удовлетворяют условиям определения входящих в них факторов. Этот способ применим тогда, когда математическая модель построена на весьма большом массиве данных. Однако в практической работе часто встречаются аналитические исследования с ограниченным числом случаев. Для этого в статье предлагается другой способ подсчета максимально возможной суммарной мощности, основанный на сравнении пределов определения факторов. Предложенный способ определения максимальной мощности позволяет повысить точность экспертной системы, если имеются ограничения по количеству случаев исходного массива данных, но он более сложен в реализации.

Ключевые слова: логика, математическая модель, экспертная система.

PARTICULARITIES OF BUILDING EXPERT SYSTEM ON THE BASIS OF ALGEBRAIC
MODEL OF CONSTRUCTIVE LOGICS

K.YU. KITANINA*, V.A. KHROMUSHIN*, A.S. DZASOHOV**, O.V. KHROMUSHIN***

*Tula State University, Lenin Prospect, 92, Tula, Russia, 300012, e-mail: vik@khromushin.com

**Moscow regional cancer hospital, st. Karbysheva, 6, Balashikha, Moscow region., 143900,
e-mail: apprentice@list.ru

***Tula branch to Academies medical-technical sciences, PO Box 1842, Tula, Russia, 300026

Abstract. Making the expert systems in medicine and biology's was always considered complex and actual problem, for decision which possible use the mathematical device to algebraic model of the constructive logic. He allows it is enough simply to value probability of the upshot of the analyses event by summations of the powers that resulting forming mathematical model, which satisfy the limit of the determination falling factor into them. To get probability it is enough to separate the got amount on greatly possible value. At, accuracy of the expert system depends on accuracy of the count to greatly possible total power. In the known way of the calculation to greatly possible total power mathematical model is used as filter, through which necessary to miss all events. At, the way суммируются the powers that resulting component, which satisfy conditions determinations falling factor into them. This way shall use then, when mathematical model is built on very большом array data. However the analytical studies often meet in practical work with limited number of the events. For this in article is offered other way of the count to greatly possible total power, founded on comparison limit determinations factor. The Offered way of the determination to maximum power allows to raise accuracy of the expert system if there are restrictions on amount of the events of the source array data, but more built in realization.

Key words: logic, mathematical model, expert system.

Введение. Обработка медико-биологических данных при многофакторном анализе с целью

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

выявления закономерностей, способствующих достижению результата, всегда считалась сложной и актуальной задачей. С этой целью используются не только нейронные сети, но и *алгебраическая модель конструктивной логики* (АМКЛ). На протяжении многих лет она используется в медицине и биологии [1-24]. 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.

Наряду с этим АМКЛ используется для построения экспертных систем [25, 26].

Точность экспертной системы, построенной на базе АМКЛ, зависит от точности подсчета максимальной суммарной мощности. Ее подсчет усложнен тем, что числовые множества результирующих составляющих могут не пересекаться. Это обстоятельство не позволяет в качестве максимальной суммарной мощности взять простую сумму мощностей каждой результирующей составляющей.

Один из возможных вариантов подсчета максимальной суммарной мощности представлен в литературе [25]. В ней полученная математическая модель используется в качестве фильтра, через который необходимо пропустить все случаи (строки таблицы, где цель достигается). Для этого каждой результирующей составляющей последовательно предъявляются случаи и суммируются мощности результирующих составляющих с положительными откликами (соответствующие условию определения факторов результирующей составляющей). Среди полученных результатов выбирается максимальное значение [25].

Такой способ предполагает построение математической модели с использованием большого числа предъявляемых случаев, что характерно для регистров, чаще всего создаваемых на проблемных направлениях здравоохранения. При этом мы полагаем, что охватываем все возможные сочетания числовых значений анализируемых факторов. Важным достоинством такого способа является возможность использования факторов, которые могут принимать большое множество значений (например, дробные значения).

Однако в практической работе часто встречаются аналитические исследования с ограниченным числом случаев. При этом полагать, что охватываем все возможные сочетания числовых значений анализируемых факторов нельзя. Это обстоятельство требует разработки других способов подсчета максимальной суммарной мощности без фильтрации.

Цель работы. Разработать способ подсчета максимально возможной суммарной мощности для экспертной системы, в основе которой использована математическая модель, построенная на ограниченном числе случаев.

Объект разработки. Предлагаемый способ подсчета максимально возможной суммарной мощности для экспертной системы заключается в следующем:

I. Создаем циклы сравнения по числу результирующих составляющих математической модели начиная с первой:

1. Выбираем результирующую составляющую № N математической модели, в которой представлены сочетанные факторы с интервалами их определения (объединенные через знак конъюнкции).

2. Выделяем в результирующей составляющей № N первый интервал определения представленного фактора. Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора. Если интервалы определения пересекаются, то тогда запоминаем номер результирующей составляющей № N .

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора результирующей составляющей № N . Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора. Если интервалы определения пересекаются, то тогда еще раз запоминаем номер результирующей составляющей № N .

4. Повторяем действия по пункту 3, заканчивая на последнем интервале определения последнего фактора результирующей составляющей № N .

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющей, кроме результирующей составляющей № N . Если среди запомненных номеров находим номер N и количество номеров N равно числу интервалов в результирующей составляющей № N , то мощность такой результирующей составляющей прибавляем к мощности результирующей составляющей № N . Если таких совпадений больше одного, то суммирование осуществляем с накоплением.

II. Выбираем результат:

Просматриваем результаты всех циклов сравнения и выбираем максимальный результат.

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

Оценка результатов.

Рассмотрим изложенный способ на числовом примере, представленном математической моделью из пяти дизъюнктивно объединенных результирующих составляющих и мощностью W :

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$)
2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$)
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$)
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$)
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$)

Цикл сравнения №1:

1. Выбираем первую результирующую составляющую математической модели: ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$).

2. Выделяем в первой результирующей составляющей первый интервал определения представленного фактора X_2 : ($2 < X_2 \leq 4$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_2 и указываем пересечения:

2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$); пересечение 1
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$); пересечение 1
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$); пересечение 1
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$)

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора первой результирующей составляющей: ($1,2 < X_4 \leq 1,9$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_4 и указываем пересечения:

2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$); пересечение 1
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$); пересечения 1;1
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$); пересечение 1
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$)

4. В первой результирующей составляющей только два интервала определения факторов X_2 и X_4 . Сравнения на этом заканчиваются.

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющую, кроме первой. В результирующей составляющей №3 обнаруживаем два пересечения с первой результирующей составляющей, в которой два интервала определения факторов X_2 и X_4 . Это равенство позволяет нам суммировать мощности первой и третьей результирующей составляющей: $80 + 20 = 100$. Таким образом, после первого цикла сравнения максимальная суммарная мощность равна 100.

Цикл сравнения №2:

1. Выбираем вторую результирующую составляющую математической модели: ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$).

2. Выделяем во второй результирующей составляющей первый интервал определения представленного фактора X_1 : ($0 \leq X_1 < 2$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_1 и указываем пересечения:

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$)
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$); пересечение 2
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$); пересечение 2
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$)

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора второй результирующей составляющей: ($3 \leq X_2 < 6$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_2 и указываем пересечения:

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$); пересечение 2
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$); пересечения 2;2
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$); пересечения 2;2
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$)

4. Во второй результирующей составляющей только два интервала определения факторов X_1 и X_2 . Сравнения на этом заканчиваются.

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющую, кроме второй. Обнаруживаем два пересечения со второй результирующей составляющей в строках 3 и 4 (пункт 3). В них два интервала определения пересекаются с двумя интервалами

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

определения второй результирующей составляющей. Это равенство позволяет нам суммировать мощности второй, третьей и четвертой результирующих составляющих: $40 + 20 + 10 = 70$. Таким образом, после второго цикла сравнения максимальная суммарная мощность равна 70.

Цикл сравнения №3:

1. Выбираем третью результирующую составляющую математической модели: $(1 \leq X1 < 3) \& (3 < X2 \leq 5) \& (1,5 < X4 \leq 2,3)$.

2. Выделяем в третьей результирующей составляющей первый интервал определения представленного фактора $X1$: $(1 \leq X1 < 3)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X1$ и указываем пересечения:

1. $W=80 (2 < X2 \leq 4) \& (1,2 < X4 \leq 1,9)$

2. $W=40 (0 \leq X1 < 2) \& (3 \leq X2 < 6)$; пересечение 3

4. $W=10 (1 \leq X1 < 3) \& (2 \leq X2 < 5) \& (0 \leq X3 < 5)$; пересечение 3

5. $W=5 (0 \leq X2 < 2) \& (3 \leq X3 < 7)$

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора третьей результирующей составляющей: $(3 < X2 \leq 5)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X2$ и указываем пересечения:

1. $W=80 (2 < X2 \leq 4) \& (1,2 < X4 \leq 1,9)$; пересечение 3

2. $W=40 (0 \leq X1 < 2) \& (3 \leq X2 < 6)$; пересечения 3;3

4. $W=10 (1 \leq X1 < 3) \& (2 \leq X2 < 5) \& (0 \leq X3 < 5)$; пересечения 3;3

5. $W=5 (0 \leq X2 < 2) \& (3 \leq X3 < 7)$

4. Выделяем следующий интервал определения следующего (последнего) фактора третьей результирующей составляющей: $(1,5 < X4 \leq 2,3)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X4$ и указываем пересечения:

1. $W=80 (2 < X2 \leq 4) \& (1,2 < X4 \leq 1,9)$; пересечения 3;3

2. $W=40 (0 \leq X1 < 2) \& (3 \leq X2 < 6)$; пересечения 3;3

4. $W=10 (1 \leq X1 < 3) \& (2 \leq X2 < 5) \& (0 \leq X3 < 5)$; пересечения 3;3

5. $W=5 (0 \leq X2 < 2) \& (3 \leq X3 < 7)$

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющую, кроме третьей. Обнаруживаем три пересекающихся интервала в строках 1, 2 и 4 (пункт 4), в то время как в третьей результирующей составляющей три интервала определения факторов $X1$, $X2$ и $X4$. Поскольку 3 не равно 2 суммирование мощностей результирующих составляющих 1, 2, 4 не осуществляем. Таким образом, после третьего цикла сравнения максимальная суммарная мощность равна мощности третьей результирующей составляющей (т.е. 20).

Цикл сравнения №4:

1. Выбираем четвертую результирующую составляющую математической модели: $(1 \leq X1 < 3) \& (2 \leq X2 < 5) \& (0 \leq X3 < 5)$.

2. Выделяем в четвертой результирующей составляющей первый интервал определения представленного фактора $X1$: $(1 \leq X1 < 3)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X1$ и указываем пересечения:

1. $W=80 (2 < X2 \leq 4) \& (1,2 < X4 \leq 1,9)$

2. $W=40 (0 \leq X1 < 2) \& (3 \leq X2 < 6)$; пересечение 4

3. $W=20 (1 \leq X1 < 3) \& (3 < X2 \leq 5) \& (1,5 < X4 \leq 2,3)$; пересечение 4

5. $W=5 (0 \leq X2 < 2) \& (3 \leq X3 < 7)$

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора четвертой результирующей составляющей: $(2 \leq X2 < 5)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X2$ и указываем пересечения:

1. $W=80 (2 < X2 \leq 4) \& (1,2 < X4 \leq 1,9)$; пересечение 4

2. $W=40 (0 \leq X1 < 2) \& (3 \leq X2 < 6)$; пересечение 4;4

3. $W=20 (1 \leq X1 < 3) \& (3 < X2 \leq 5) \& (1,5 < X4 \leq 2,3)$; пересечение 4;4

5. $W=5 (0 \leq X2 < 2) \& (3 \leq X3 < 7)$

4. Выделяем следующий интервал определения следующего (последнего) фактора четвертой результирующей составляющей: $(0 \leq X3 < 5)$.

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора $X3$ и указываем пересечения:

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$); пересечение 4
2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$); пересечение 4;4
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$); пересечение 4;4
5. $W=5$ ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$); пересечение 4

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющую, кроме четвертой. Обнаруживаем два пересекающихся интервала в строках 2 и 3 и один пересекающийся интервал в строке 1 (пункт 4), в то время как в четвертой результирующей составляющей три интервала определения факторов X_1 , X_2 и X_3 . Поскольку число пересекающихся интервалов не равно числу интервалов в четвертой результирующей составляющей суммирование мощностей результирующих составляющих 1, 2 и 3 не осуществляем. Таким образом, после четвертого цикла сравнения максимальная суммарная мощность равна мощности четвертой результирующей составляющей (т.е. 10).

Цикл сравнения №5:

1. Выбираем пятую (последнюю) результирующую составляющую математической модели: ($0 \leq X_2 < 2$) & ($3 \leq X_3 < 7$).

2. Выделяем в пятой результирующей составляющей первый интервал определения представленного фактора X_2 : ($0 \leq X_2 < 2$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_2 и указываем пересечения:

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$)
2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$)
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$)
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$)

В данном случае пересечений нет.

3. Выделяем следующий интервал определения следующего фактора четвертой результирующей составляющей: ($3 \leq X_3 < 7$).

Сравниваем его с каждым интервалом каждой другой результирующей составляющей того же фактора X_3 и указываем пересечения:

1. $W=80$ ($2 < X_2 \leq 4$) & ($1,2 < X_4 \leq 1,9$)
2. $W=40$ ($0 \leq X_1 < 2$) & ($3 \leq X_2 < 6$)
3. $W=20$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($3 < X_2 \leq 5$) & ($1,5 < X_4 \leq 2,3$)
4. $W=10$ ($1 \leq X_1 < 3$) & ($2 \leq X_2 < 5$) & ($0 \leq X_3 < 5$); пересечение 5

4. В пятой результирующей составляющей только два интервала определения факторов X_2 и X_3 . Сравнения на этом заканчиваются.

5. Последовательно просматриваем запомненные значения каждой результирующей составляющую, кроме пятой. Обнаруживаем только один пересекающийся интервал (пункт 3). Поскольку число пересекающихся интервалов (всего 1) не равно числу интервалов в пятой результирующей составляющей (всего 2) суммирование мощностей результирующих составляющих 4 с мощностью пятой результирующей составляющей не осуществляем. Таким образом, после пятого цикла сравнения максимальная суммарная мощность равна мощности пятой результирующей составляющей (т.е. 5).

Выбор результата: Просматривая результаты всех циклов сравнения №1 - №5 выбираем максимальный результат: равный 100.

Практическое использование результатов. Полученная таким способом максимальная мощность в экспертной системе принимается за 100% результат (для рассматриваемого числового примера он равен $W=100$). Анализируемый экспертной системой случай получит положительный отклик в тех результирующих составляющих математической модели, для которых предъявленные значения находятся в пределах определения ее факторов. Мощности результирующих составляющих с положительным откликом суммируются и делятся на максимальную мощность. Порученный результат принимается в экспертной системе за вероятность исхода (в терминах математической модели – достижению цели).

Выводы. Предложенный способ определения максимальной мощности позволяет повысить точность экспертной системы, построенной на базе АМКЛ, если имеются ограничения по количеству случаев исходного массива данных. В тоже время этот способ более сложен в реализации, чем способ, основанный на фильтрации [25].

Литература

1. Щеглов В.Н. Алгебраические модели конструктивной логики для управления и оптимизации

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

химико-технологических систем: Автореферат кандидата технических наук. Л.: Технологический институт им. Ленсовета. 1983. 20 с.

2. Щеглов В.Н., Хромушин В.А. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики // Вестник новых медицинских технологий. 1999. №2. С.131–132.

3. Хромушин В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах: Автореферат диссертации доктора биологических наук. Тула: ТулГУ, 2006. 44 с.

4. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Хромушин О.В., Честнова Т.В. Обзор аналитических работ с использованием алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание, 2011. №1, публикация 3-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/LitObz.pdf> (дата обращения: 16.08.2011).

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. Хадарцева К.А. Системный анализ параметров вектора состояния организма женщин репродуктивного возраста при акушерско-гинекологической патологии: Автореферат диссертации доктора медицинских наук. Тула: ТулГУ, 2009. 43с.

7. Серегина Н.В. Системный анализ изменений вирулентных свойств условно-патогенных бактерий при взаимодействии их с природными биологически активными веществами: Автореферат диссертации кандидата биологических наук. Тула: ТулГУ, 2008. 27 с.

8. Китанина К.Ю. Многофакторный анализ первичной инвалидности взрослого населения Тульской области: Автореферат кандидата медицинских наук. Тула: ТулГУ, 2012. 27 с.

9. Китанина К.Ю., Хромушин В.А. Литвяк О.И., Овсянникова Е.Н. Разработка методики углубленного многофакторного анализа первичной инвалидности, с использованием усовершенствованной методики обобщенной оценки показателей здравоохранения и алгебраической модели конструктивной логики // Медико-социальные проблемы инвалидности. 2012. №4. С.40–45.

10. Хромушин В.А., Китанина К.Ю. Анализ инвалидности населения Тульской области // Вестник новых медицинских технологий. Электронный журнал. 2012. №1. Публикация №1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3717.pdf>. (Дата обращения: 21.02.2012).

11. Хромушин В.А. Сравнительный анализ алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. N1. Публикация №1-19. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4500.pdf>. (Дата обращения: 03.01.2013).

12. Хромушин В.А., Ластовецкий А.Г., Китанина К.Ю., Хромушин О.В. Опыт выполнения аналитических расчетов с использованием алгебраической модели конструктивной логики в медицине и биологии // Вестник новых медицинских технологий. 2013. №4. С.7–11.

13. Хромушин В.А., Хадарцев А.А. Особенности и функциональные возможности алгебраической модели конструктивной логики // Известия Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. Юбилейный том, посвященный 20-летию Академии инженерных наук РФ / Под ред. Ю.В. Гуляева. Москва – Н.Новгород: НГТУ, 2011. С.196–205.

14. Хромушин В.А. Использование алгебраических моделей конструктивной логики в медицине и биологии // XXXXV научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ «ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»: Сборник статей. Тула, 2009. С.147–154.

15. Щеглов В.Н., Бучель В.Ф., Хромушин В.А. Логические модели структур заболеваний за 1986-1999 годы участников ликвидации аварии на ЧАЭС и/или мужчин, проживающих в пораженной зоне и имеющих злокачественные новообразования органов дыхания // Радиация и риск. 2002. Вып. 13. С.56–59.

16. Мартыненко П.Г., Волков В.Г., Хромушин В.А. Прогнозирование преждевременных родов: результаты алгебраического моделирования на основе конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. №1. С.210–211.

17. 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. №4. С.173–174.

18. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Оптимизация алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4710.pdf> (дата обращения: 20.01.2014).

19. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. 2009. №3. С.39–40.

20. Хромушин О.В. Способ выделения главных результирующих составляющих в алгебраической модели конструктивной логики. Вестник новых медицинских технологий. Электронный жур-

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

нал. 2012. №1. Публикация 1-2. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3966.pdf> (дата обращения: 15.05.2012).

21. Хромушин В.А., Хромушин О.В. Программа для выделения главных результирующих составляющих в алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 7-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4899.pdf>. (Дата обращения: 26.08.2014). DOI: 10.12737/5612

22. Хромушин В.А., Хромушин О.В., Минаков Е.И. Алгоритм и программа анализа результирующих импликант алгебраической модели конструктивной логики // XXXXVI научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ «ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»: Сборник статей. Тула, 2010. С.138–148.

23. Аверьянова Д.А., Лебедев М.В., Хромушин В.А., Ластовецкий А.Г. Травматизм в дорожно-транспортных происшествиях: аналитические исследования с использованием алгебраической модели конструктивной логики. Учебное пособие. Москва: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 120с.

24. Хромушин В.А., Китанина К.Ю., Хромушин О.В., Федоров С.Ю. Совершенствование алгебраической модели конструктивной логики: монография. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. 100с.

25. Хромушин В.А., Паньшина М.В., Дайльнев В.И., Китанина К.Ю., Хромушин О.В. Построение экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики на примере гестозов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. №1. Публикация №1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4171.pdf>. (Дата обращения: 03.01.2013).

26. Махалкина В.В. Обработка слабоструктурированной информации при построении базы знаний экспертной системы микроэлементных нарушений у человека: Автореферат кандидата биологических наук. Тула: ТулГУ, 2009. 23 с.

References

1. Shcheglov VN. Algebraicheskie modeli konstruktivnoy logiki dlya upravleniya i optimizatsii khimiko-tekhnologicheskikh sistem: Avtoreferat kandidata tekhnicheskikh nauk. L.: Tekhnologicheskii institut im. Lensovetu; 1983. Russian.

2. Shcheglov VN, Khromushin VA. Intellektual'naya sistema na baze algoritma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy (intuitsionistskoy) logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 1999;2:131-2. Russian.

3. Khromushin VA. Sistemnyy analiz i obrabotka informatsii meditsinskikh registrov v regionakh [dissertation]. Tula: TulGU; 2006. Russian.

4. Khromushin VA, Khadartsev AA, Khromushin OV, Chestnova TV. Obzor analiticheskikh rabot s ispol'zovaniem algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2011 [cited 2011 Aug 16];1:[about 5 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2011-1/LitObz.pdf>.

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. Khadartseva KA. Sistemnyy analiz parametrov vektora sostoyaniya organizma zhenshchin reproduktivnogo vozrasta pri akushersko-ginekologicheskoy patologii [dissertation]. Tula: TulGU; 2009. Russian.

7. Seregina NV. Sistemnyy analiz izmeneniy virulentnykh svoystv uslovno-patogennykh bakteriy pri vzaimodeystvii ikh s prirodnyimi biologicheskimi aktivnymi veshchestvami [dissertation]. Tula: TulGU; 2008. Russian.

8. Kitaniina KYu. Mnogofaktornyy analiz pervichnoy invalidnosti vzroslogo naseleniya Tul'skoy oblasti [dissertation]. Tula: TulGU; 2012. Russian.

9. Kitaniina KYu, Khromushin VA, Litvyak OI, Ovsyannikova EN. Razrabotka metodiki uglublennogo mnogofaktornogo analiza pervichnoy invalidnosti, s ispol'zovaniem usovershenstvovannoy metodiki obobshchennoy otsenki pokazateley zdravookhraneniya i algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Mediko-sotsial'nye problemy invalidnosti. 2012;4:40-5. Russian.

10. Khromushin VA, Kitaniina KYu. Analiz invalidnosti naseleniya Tul'skoy oblasti. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnyy zhurnal [internet];2012 [cited 2012 Feb 21];1:[about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2012-1/3717.pdf>.

11. Khromushin VA. Sravnitel'nyy analiz algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet];2013[cited 2013 Jan 03]:1:[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4500.pdf>.

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073

12. Khromushin VA, Lastovetskiy AG, Kitanina KYu, Khromushin OV. Opyt vypolneniya analiticheskikh raschetov s ispol'zovaniem algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki v meditsine i biologii. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;4:7-11. Russian.

13. Khromushin VA, Khadartsev AA. Osobennosti i funktsional'nye vozmozhnosti algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Izvestiya Akademii inzhenernykh nauk im. A.M. Prokhorova. Yubileynnyy tom, posvyashchennyy 20-letiyu Akademii inzhenernykh nauk RF. Pod red. Yu.V. Gulyaeva. Moskva – N. Novgorod: NGTU; 2011. Russian.

14. Khromushin VA. Ispol'zovanie algebraicheskikh modeley konstruktivnoy logiki v meditsine i biologii. XXXV nauchno-prakticheskaya konferentsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava TulGU «OBShchESTVENNOE ZDOROV'IE I ZDRAVOOKHRANENIE: PROFILAKTICHESKAYA I KLINICHESKAYA MEDITSINA»: Sbornik statey. Tula; 2009. Russian.

15. Shcheglov VN, Buchel' VF, Khromushin VA. Logicheskie modeli struktur zabolevaniy za 1986-1999 gody uchastnikov likvidatsii avarii na ChAES i/ili muzhchin, prozhivayushchikh v porazhennoy zone i imeyushchikh zlokachestvennyye novoobrazovaniya organov dykhaniya. Radiatsiya i risk. 2002;13:56-9. Russian.

16. Martynenko PG, Volkov VG, Khromushin VA. Prognozirovanie prezhdevremennykh rodov: rezul'taty algebraicheskogo modelirovaniya na osnove konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;1:210-1. Russian.

17. Khromushin VA, Buchel' VF, Zherebtsova VA, Chestnova TV. Programma postroeniya algebraicheskikh modeley konstruktivnoy logiki v bio-fizike, biologii i meditsine. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2008;4:173-4. Russian.

18. Khromushin VA, Buchel' VF, Dzasokhov AS, Khromushin OV. Optimizatsiya algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [internet]. 2014 [cited 2014 Jan 20];1:[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4710.pdf>.

19. Khromushin VA, Makhalkina VV. Obobshchennaya otsenka rezul'tiruyushchey algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2009;3:39-40. Russian.

20. Khromushin OV. Sposob vydeleniya glavnykh rezul'tiruyushchikh sostavlyayushchikh v algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. 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>.

21. Khromushin VA, Khromushin OV. Programma dlya vydeleniya glavnykh rezul'tiruyushchikh sostavlyayushchikh v algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [Internet]. 2014 [cited 2014 Aug 26];1:[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4899.pdf>. DOI: 10.12737/5612

22. Khromushin VA, Khromushin OV, Minakov EI. Algoritm i programma analiza rezul'tiruyushchikh implikant algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. XXXVI nauchno-prakticheskaya konferentsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava TulGU «OBShchESTVENNOE ZDOROV'IE I ZDRAVOOKHRANENIE: PROFILAKTICHESKAYA I KLINICHESKAYA MEDITSINA»: Sbornik statey. Tula; 2010. Russian.

23. Aver'yanova DA, Lebedev MV, Khromushin VA, Lastovetskiy AG. Travmatizm v dorozhno-transportnykh proisshestviyakh: analiticheskie issledovaniya s ispol'zovaniem algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki. Uchebnoe posobie. Moscow: RIO TsNIIOIZ; 2014. Russian.

24. Khromushin VA, Kitanina KYu, Khromushin OV, Fedorov SYu. Sovershenstvovanie algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki: monografiya. Tula: Izd-vo TulGU; 2015. Russian.

25. Khromushin VA, Pan'shina MV, Dail'nev VI, Kitanina KYu, Khromushin OV. Postroenie ekspertnoy sistemy na osnove algebraicheskoy modeli konstruktivnoy logiki na primere gestozov. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. Elektronnoe izdanie [Internet]. 2013[cited 2013 Jan 03];1:[about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2013-1/4171.pdf>.

26. Makhalkina VV. Obrabotka slabostrukturirovannoy informatsii pri postroenii bazy znaniy ekspertnoy sistemy mikroelementnykh narusheniy u cheloveka [dissertation]. Tula: TulGU; 2009. Russian.

Библиографическая ссылка:

Китанина К.Ю., Хромушин В.А., Дзасохов А.С., Хромушин О.В. Особенности построения экспертной системы на основе алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 1-1. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5209.pdf> (дата обращения: 28.05.2015). DOI: 10.12737/13073