



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ

Хромушин В.А., д.б.н., к.т.н., академик МАИ и АМТН

Тула

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) является в своей основе моделью интуитивистского исчисления предикатов, отображающей индуктивную часть мышления — формулирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности.

Разработана в 1983 г.

НАЗНАЧЕНИЕ

АМКЛ предназначено для многофакторного анализа в различных областях знаний. В медицине и биологии чаще всего АМКЛ используют в аналитических расчетах для выявления причинно-следственных связей. Примером аналитических работ последних лет могут служить проблематика диссертационных работ по рождаемости, смертности, шунгитовой породе, листериозу.

ВХОДНОЙ МАССИВ ДАННЫХ

Входной массив данных представлен таблицей со столбцами X_1, X_2, \dots, X_n (включая дробные числа), из которых один является целевым. Значение целевого столбца является результатом сочетанного воздействия всех задействованных факторов. Часто в медицине и биологии цель представлена значениями 0 или 1 (например, до лечения и после лечения). Допускается целевое значение представлять любым числом, но для выполнения аналитического расчета обычно в таких случаях эти значения квантуют по нескольким уровням (например, слабое, умеренное, сильное влияние).

РЕЗУЛЬТАТ

Результат представлен набором импликант, в которых факторы с пределами определения объединены через знак конъюнкции с другими факторами (в случае сочетанного воздействия) с указанием мощности (М) этого воздействия на результат. Каждая импликанта объединена с другими импликантами через знак дизъюнкции и в таком виде образуют тупиковую дизъюнктивную форму (в виде, не допускающем ее дальнейшее упрощение).

Результат аналитического расчета чаще всего стараются представить в двух видах: цель достигается (прямой расчет) и цель не достигается (расчет от обратного), что облегчает интерпретацию результата путем сравнения прямых и обратных выводов.

Пример расчета (24 импликаны):

1. $M = 56. (1 \leq X_6 < 3) \& (1 < X_4 \leq 2)$
2. $M = 56. (1 < X_4 \leq 2) \& (3 \leq X_6 < 5)$
3. $M = 56. (1 < X_4 \leq 2) \& (1 \leq X_3 < 2) \& (1 \leq X_2 < 2)$
4. $M = 32. (6 < X_6 \leq 8) \& (1 \leq X_2 < 2) \& (1 < X_{22} \leq 2)$
5. $M = 30. (4 < X_6 < 8) \& (1 \leq X_4 < 2) \& (1 \leq X_3 < 2) \& (1 \leq X_{42} < 2)$
6. $M = 28. (1 < X_4 \leq 2) \& (5 < X_6 < 7)$
7. $M = 24. (5 < X_6 \leq 6) \& (1 \leq X_3 < 2) \& (1 \leq X_{10} < 2)$
8. $M = 24. (6 < X_6 < 8) \& (1 < X_4 \leq 2) \& (1 \leq X_{14} < 2)$
9. $M = 24. (1 \leq X_3 < 2) \& (1 \leq X_6 < 3) \& (3 < X_1 \leq 6)$
10. $M = 16. (2 < X_6 < 4) \& (3 < X_1 < 6)$
11. $M = 16. (3 < X_6 < 5) \& (1 < X_1 < 4)$
12. $M = 12. (7 < X_6 \leq 8) \& (1 \leq X_3 < 2) \& (1 < X_7 \leq 2)$
13. $M = 10. (4 < X_6 \leq 5) \& (1 \leq X_3 < 2) \& (1 \leq X_4 < 2) \& (1 \leq X_{42} < 2)$
14. $M = 8. (1 < X_6 < 3) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (1 < X_1 < 4)$
15. $M = 8. (1 \leq X_6 < 3) \& (1 \leq X_2 < 2) \& (1 \leq X_1 < 2)$
16. $M = 8. (3 < X_6 < 7) \& (1 < X_3 \leq 2) \& (5 \leq X_6 < 6) \& (1 < X_1 < 4)$
17. $M = 8. (5 < X_6 < 7) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (2 \leq X_1 < 4)$
18. $M = 8. (1 \leq X_6 < 3) \& (1 < X_3 \leq 2) \& (2 < X_1 < 4)$
19. $M = 8. (6 < X_6 < 8) \& (1 \leq X_1 < 2)$
20. $M = 8. (7 < X_6 \leq 8) \& (1 < X_4 \leq 2) \& (1 < X_{51} \leq 2)$
21. $M = 8. (6 < X_6 \leq 8) \& (1 \leq X_4 < 2) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (4 < X_1 \leq 6)$
22. $M = 8. (6 < X_6 \leq 8) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (6 < X_1 \leq 7)$
23. $M = 6. (3 < X_6 < 5) \& (1 < X_3 \leq 2) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (1 \leq X_1 < 4)$
24. $M = 2. (5 \leq X_6 < 6) \& (1 < X_4 \leq 2) \& (1 < X_2 \leq 2) \& (5 < X_1 < 7)$

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Характеристика программы:

Число переменных анализируемого массива данных - 254.

Число анализируемых записей без ограничений.

Алгоритм – алгебраическая модель конструктивной (интуитивистской) логики (AMKL).

Язык программирования Visual C++.

Режимы – прямой (достижение цели) и обратный (не достижение цели).

Имеется возможность исключать переменные при повторных расчетах.

Результат выводится в отдельный файл.

ИСХОДНЫЙ ТЕСТОВЫЙ МАССИВ ДАННЫХ

Номер строки	X1	X2	X3	X4	Результат (цель) X5
1	5	4	2	0	0
2	5	5	4	4	1
3	2	6	3	3	0
4	2	5	7	4	0
5	2	6	4	4	1
6	5	5	2	6	1
7	0	3	4	6	0

Вид тестового файла

test.txt:

5;4;2;0;0

5;5;4;4;1

2;6;3;3;0

2;6;4;4;1

5;5;2;6;1

0;3;4;6;0



Опции
Переменные

ВСТАВЛЯЕТСЯ МАССИВ

Значение цели

1.0

Цель

Маска

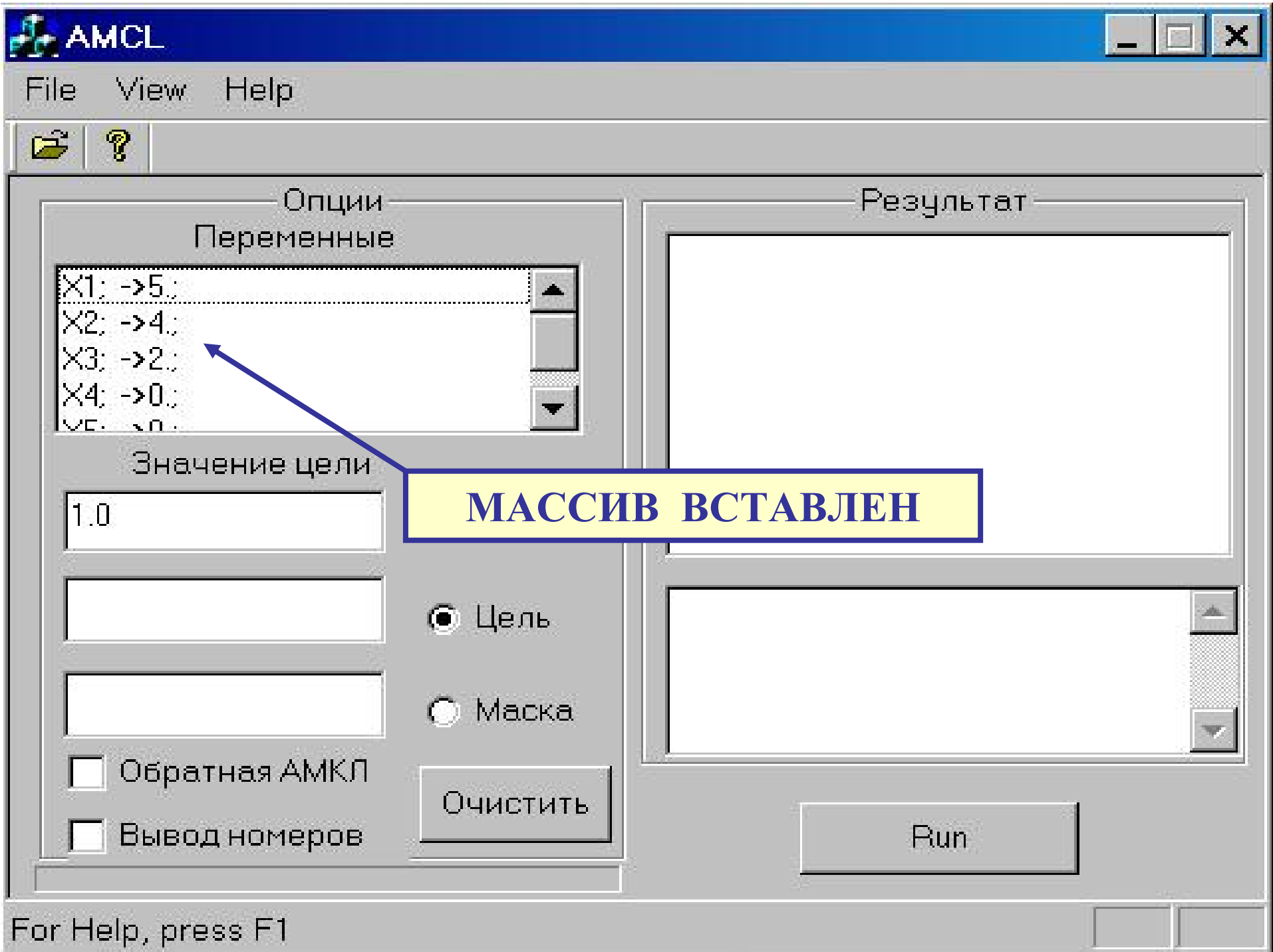
Обратная AMCL

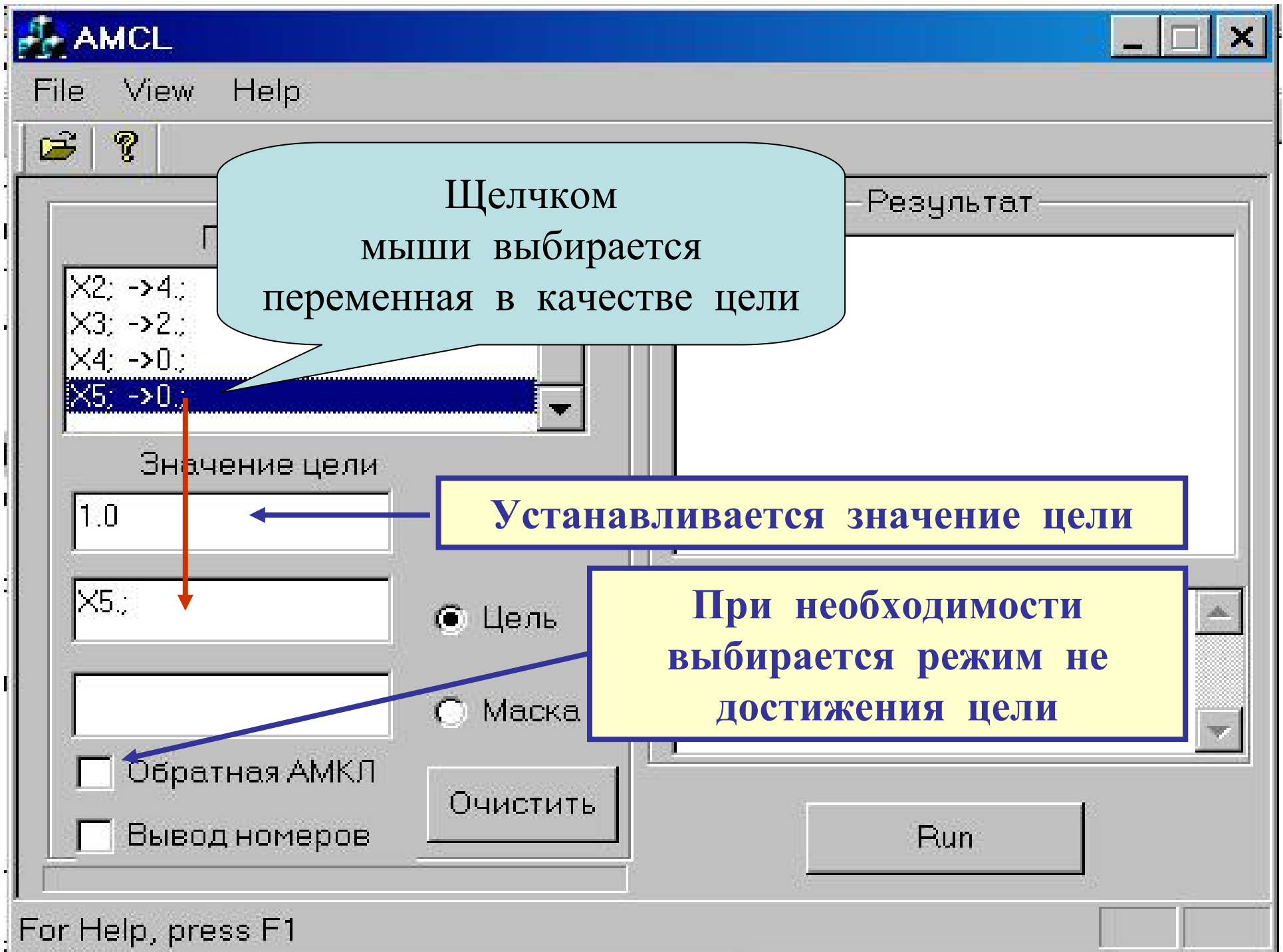
Вывод номеров

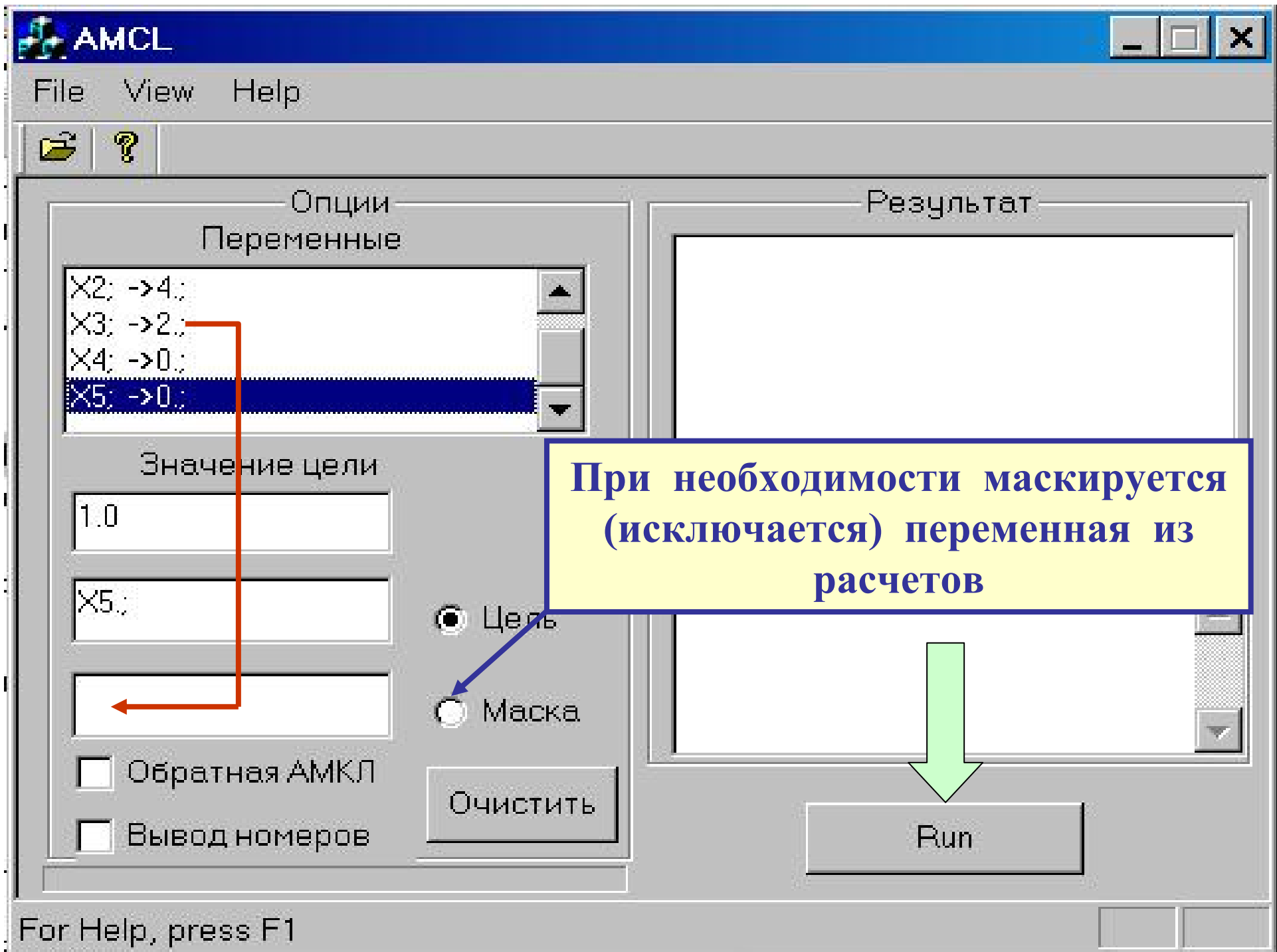
Очистить

Результат

Run







Опции
Переменные

X2: ->4;
X3: ->2;
X4: ->0;
X5: ->0;

Значение цели

1.0

X5.:

Цель

Маска

Обратная AMCL

Вывод номеров

Очистить

Результат

Импликации ПРЯМЫЕ из файла

Совпало целевых и нецелевых с

- M=2.
(3. < X3 < 7.) & (0. < X1 <= 5.)
- M=1.
(2 <= X3 < 3) & (0 < X4 <= 6)

Целевых строк :3.

Обрабатывается : 3 Результат в
файле: E:\MEDSS\Amcl.txt. Время
выполнения :0. сек.

Run

ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТА В ФАЙЛ

Тестовый пример

Импликации ПРЯМЫЕ из файла : E:\MEDSS\Test.txt

Переменная цели :X5.;

Значение цели :1.0

Маска :

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. M= 2.

(3. < X3 < 7.) & (0. < X1 <= 5.)

2. M= 1.

(2. <= X3 < 3.) & (0. < X4 <= 6.)

Опции
Переменные

X2: ->4;
X3: ->2;
X4: ->0;
X5: ->0;

Значение цели

1.0

X5.:

Цель

Маска

Обратная AMCL

Вывод номеров

Очистить

Результат

Импликации ПРЯМЫЕ из файла

Совпало целевых и нецелевых с

1. M= 2.
(3. < X3 < 7.) & (0. < X1 <= 5.)
Строки: 2;5;
2 M= 1

Целевых строк: 3.

Обрабатывается: 3 Результат в
файле: E:\MEDSS\Amcl.txt. Время
выполнения: 0. сек.

Run

ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТА В ФАЙЛ

Тестовый пример

Импликации ПРЯМЫЕ из файла : E:\MEDSS\Test.txt

Переменная цели :X5.;

Значение цели :1.0

Маска :

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. M= 2.

(3. < X3 < 7.) & (0. < X1 <= 5.)

Строки: 2.;5.;

ПОКАЗАНЫ СТРОКИ



2. M= 1.

(2. <= X3 < 3.) & (0. < X4 <= 6.)

Строки: 6.;

АСПЕКТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТА

Для облегчения интерпретации результата используют:

- 1. Обобщенную оценку результата, позволяющую оценить пригодность полученной математической модели для интерпретации и выявить наиболее значимые результирующие импликанты.**
- 2. Графическое представление результата (различные виды), облегчающее процедуру интерпретации.**
- 3. Анализ результирующих импликант по степени влияния каждой из них на результат.**
- 4. Оценка пригодности математической модели для построения экспертных систем.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АМКЛ

Алгоритм АМКЛ весьма сложен для восприятия, однако программное обеспечение очень доступно для пользователя. При этом важно отметить, что процедура расчета не требует обучения.

Многолетний опыт работы с АМКЛ (в медицине - с 1996 г.) показывает ее высокую эффективность для системного анализа и анализа сложных объектов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Использование алгебраической модели нельзя рассматривать как альтернативу к использованию других методов анализа. Наилучшим является результат анализа, подтвержденный принципиально разными методами. АМКЛ является тем методом, который принципиально отличается от всех известных методов и по этой причине ценен для использования. Сравнительные аналитические расчеты с нейросетевыми алгоритмами показали совпадение по основополагающим составляющим результата.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ

1. Алгебраические модели являются мощным инструментом для выполнения заключительного этапа анализа медицинских данных (углубленного анализа), в том числе для выявления причинно-следственных связей.

2. В качестве исходных данных целесообразно использовать данные медицинских регистров. При этом необходимо особое внимание уделить верификации медицинских данных.

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

4. Алгебраическая модель конструктивной логики целесообразно использовать для построения медицинских экспертных систем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ (продолжение)

5. Последняя версия (модифицированный вариант) алгебраической модели лучше оптимизирует результат. В ней разделены функции формирования точечного пространства и формирование пределов определения сочетанных переменных, что позволяет реализовывать различные режимы оптимизации.

6. Увеличение числа анализируемых факторов чаще всего приводит к увеличению числа результирующих выражений и уменьшению мощности каждого, что усложняет интерпретацию результата и затрудняет оценку наиболее важных факторов.

7. Машинный интеллект алгебраической модели позволяет в определенной степени учесть скрытые (не учтенные) факторы.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ (продолжение)

8. Предпочтительным является построение двух моделей: прямой расчет (нацелен на достижение цели) и расчет от обратного (не достижение цели), что упрощает интерпретацию результата за счет возможности сравнения противоположных результатов.

9. Алгоритм алгебраической модели в значительной мере использует диалоговый режим для использования всего разнообразия новых данных, которые выявляются при построении конкретных моделей. Так, например, в случае больших помех при построении модели "в чистом виде" обычно получается на выходе большое разнообразие редко встречающихся и трудно интерпретируемых выводов. Это позволяет оценивать степень верификации исходных данных.

10. Использование алгебраической модели нельзя рассматривать как альтернативу к использованию других методов анализа. Наилучшим является результат анализа, подтвержденный принципиально разными методами.



Обращаться: 8 4872 25 47 26, Тула, ул. Смидович, 12