

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
**«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**В. А. Хромушин, А. А. Хадарцев, В. Ф. Бучель, О. В. Хромушин**

# **АЛГОРИТМЫ И АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ**

**Учебное пособие**

**Тула 2010**

УДК 61:002; 311:614; 519.22

**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.

Учебное пособие содержит алгоритмы и программы для анализа медицинских данных, включая авторские разработки.

Использование материала учебного пособия должно оказать практическую помощь студентам, изучающие дисциплины «Общественное здравоохранение и здоровье» и «Медицинская информатика», а также научным медицинским работникам. Изложенные материалы могут быть использованы преподавателями, аспирантами и соискателями медицинских вузов.

Рецензенты:

Доктор биологических наук, профессор кафедры «Санитарно-гигиенические и профилактические дисциплины» Честнова Т. В. (Тульский государственный университет).

Доктор технических наук Минаков Е. И. (Тульский государственный университет).

ISBN 978-5-88435-675-1

© Коллектив авторов, 2010  
© Тульский полиграфист, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
2.	<b>ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ</b> .....	5
2.1.	Назначение .....	5
2.2.	Состав пакета программ .....	5
2.3.	Программа <b>DU</b> .....	5
2.3.1.	Алгоритм программы <b>DU</b> .....	5
2.3.2.	Описание программы <b>DU</b> .....	6
2.4.	Программа <b>GE</b> .....	9
2.4.1.	Алгоритм программы <b>GE</b> .....	9
2.4.2.	Описание программы <b>GE</b> .....	10
2.5.	Программа <b>MedGE</b> .....	13
2.5.1.	Алгоритм программы <b>MedGE</b> .....	13
2.5.2.	Описание программы <b>MedGE</b> .....	14
2.6.	Выбор программы для обобщенной оценки показателей здравоохранения .....	21
2.7.	Методика работы .....	21
3.	<b>МНОГОФАКТОРНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ</b> .....	22
3.1.	Построение математической модели .....	22
3.2.	Описание программы <b>Correl</b> .....	24
3.3.	Оценка результата .....	27
3.4.	Использование множественно-регрессионного анализа при обработке результатов обобщенной оценки показателей здравоохранения .....	27
4.	<b>ОЦЕНКА ДИНАМИКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ</b> .....	28
4.1.	Построение линии тренда .....	28
4.2.	Детальный анализ динамики показателей здравоохранения .....	31
4.2.1.	Алгоритм анализа .....	31
4.2.2.	Программа анализа динамики .....	34
5.	<b>АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ</b> .....	35
5.1.	Общие сведения .....	35
5.2.	Программа <b>AMKL</b> .....	36
5.3.	Алгоритм построения алгебраических моделей конструктивной (интуитивистской) логики .....	38
5.4.	Практические рекомендации пользователю .....	41
5.5.	Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики .....	41
5.6.	Примеры аналитических расчетов .....	43
5.6.1.	Пример 1 .....	43
5.6.2.	Пример 2 .....	51
5.7.	Графическое представление результата .....	53
5.8.	Анализ влияния факторов на результат .....	53
5.8.1.	Алгоритм анализа .....	54
5.8.2.	Программа анализа влияния факторов на результат .....	54
5.9.	Использование алгебраической модели конструктивной логики при построении экспертных систем .....	61
5.10.	Особенности анализа результирующих импликант .....	62
5.11.	Совершенствование алгебраической модели конструктивной логики .....	62
5.12.	Использование алгебраических моделей в медицине .....	69
6.	<b>ИСТОЧНИКИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ</b> .....	70
6.1.	Регистр смертности населения .....	70
6.2.	Мониторинг рождаемости населения .....	82
6.3.	Аналитическая программа <b>Analetic</b> .....	91
6.4.	Универсальная программа сбора и обработки медицинской статистической информации .....	99
Приложение 1	Значения <b>t</b> -критерия Стьюдента при уровне значимости $\alpha$ .....	106
Приложение 2	Значения <b>F</b> -критерия Фишера при уровне значимости 0,05 .....	107
Приложение 3	Алгоритм используемой в аналитических расчетах алгебраической модели конструктивной (интуитивистской) логики .....	108
Приложение 4	Графическое представление наиболее мощных результирующих импликант .....	110
Приложение 5	Графическое представление результирующих импликант по гестозам (нефропатия) .....	111
Приложение 6	Частотный анализ перинатальной смертности населения .....	112
	<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	122

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Информатизация здравоохранения области является важным направлением работ во многом определяющим функционирование учреждений и качество управления здравоохранением.

Здравоохранение Тульской области в вопросе информатизации здравоохранения охватывает практически все основные направления. Наиболее трудными из них для медицинских работников являются аналитические работы.

Успешное решение аналитических работ связано с накоплением информации. В здравоохранении часто исследователь ставит перед собой задачу выявления причинно-следственных связей.

Решение столь сложной задачи требует тщательного выявления тех информационных признаков, которые необходимо накапливать в информационных базах. Ошибки на начальной стадии обобщаются отсутствием информации и невозможностью решения поставленной задачи. В тоже время накопление избыточной информации является достаточно дорогостоящей работой.

Чаще всего накопление информации по какой-либо важной проблеме осуществляется в информационных базах (регистрах) много лет. В связи с этим постановка задачи исследований по проблеме требует тщательного осмысления, высокой квалификации специалистов, и оптимизации информационной базы.

Важной особенностью мониторинга является достоверность данных, которой определяются возможности углубленного анализа и правильность управленческих решений, принятых на основе этого анализа. Руководствуясь этим, разработка программного обеспечения должна вестись с использованием средств контроля, включая интеллектуальные средства.

Применение специальных математических средств на стадии постановки задачи является важной задачей оптимизации информационной базы и научно-обоснованным подходом к исследовательской проблеме.

Информационная поддержка научно-исследовательских работ на первом этапе требует:

- формулировки цели исследований;
- определения математических средств анализа накопленной в информационной базе информации;
- оптимизации информационной базы.

Необходимо отметить, что отсутствие ясности в использовании математических средств анализа накопленной информации порождает неопределенность в достижении цели исследований. По существу - это отсрочка выполнения работ. Она может отрицательно сказаться на конечном результате. По этой причине необходимо сразу продумывать средства математического анализа, несмотря на то, что это чаще всего вызывает трудности у медицинского работника.

Средства математического анализа весьма многообразны. Их выбор определяется решаемой задачей. Исследователь может применить разные математические методы, зная, что каждому методу присущи свои достоинства и недостатки. Получаемый результат особо ценен, если он подтвержден разными математическими расчетами.

В последнее время отраслью проводится весьма важная работа по повышению значимости аналитических работ. Однако глубина анализа понимается специалистами по-разному. Для одних это констатация фактов в виде форм статистической отчетности, а для других - выявление причинно-следственных связей. Это слишком разное отношение к проблеме, разные подходы и принципиально разные программы.

Во многом такая ситуация определяется уровнем подготовки медицинских работников. По этой причине важно на этапе обучения студентов прививать навыки аналитической работы, в частности, по дисциплинам «Общественное здравоохранение и здоровье» и «Медицинская информатика». Эти навыки также важны для развития аналитического мышления врача, что важно в достижении высоких результатов в работе.

Результаты аналитических работ важны для принятия управленческих решений. Без такого рода информационной поддержки управленческие решения малоэффективны.

Важно также отметить, что научные медицинские работы очень часто нуждаются в аналитических расчетах, без которых невозможно делать выводы и подтверждать достоверность достигнутых результатов исследований.

Научные работники часто встречаются с проблемой выбора необходимых математических методов и программного обеспечения. Учитывая многообразие математических методов и ограниченность знаний медицинского работника в математике, эта проблема является достаточно трудной.

Авторы не ставили своей задачей изложить все методы анализа медицинских данных, что не возможно в рамках одной книги. Поэтому в данном учебном пособии изложены те алгоритмы и программное обеспечение, в том числе авторские разработки, которые не нашли достаточного отражения в литературе.

В данном учебном пособии отражен опыт преподавания авторов по дисциплинам «Общественное здравоохранение и здоровье» и «Медицинская информатика» по специальности «Лечебное дело», а также многолетний опыт работы по информатизации здравоохранения Тульской области.

## 2. ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

### 2.1. Назначение

Медицинские статистические данные, собранные в ходе статистической отчетности учреждениями здравоохранения, являются исходным материалом для анализа состояния здоровья населения. Одновременно с этим статистические данные нужны для оценки конечных результатов учреждений и органов управления здравоохранением, а также задачи управления на всех уровнях иерархии.

В настоящее время в здравоохранении для задач управления используется **методика обобщенной оценки показателей**, разработанная институтом им. Н. А. Семашко и усовершенствованная МИАЦ г.Ижевск (д.м.н., В. К. Гасников) [1]. Она основана на кибернетическом принципе регулирования по отклонениям с использованием методов целевого управления. Методика ориентируется на достижение конечных результатов функционирования подсистем и на возникающие при этом рассогласования.

### 2.2. Состав пакета программ

Таблица 1

Шифр программы	Пользователи
DU	Студенты
GE	Аспиранты, медицинские статистики
MedGE	

### 2.3. Программа DU

#### 2.3.1. Алгоритм программы DU [2]

Таблица 2

NN	Действие	Пояснения
1.	Определяется перечень анализируемых показателей.	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2.	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя ( $q_i$ ).	Осуществляется экспертным путем, для чего бальная оценка всех экспертов усредняется по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вклад каждого показателя в обобщенную оценку.
3.	Производится нормирование коэффициента относительной важности, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q_i = \frac{100 q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	В результате сумма всех коэффициентов относительной важности будет равно 100. В результате между анализируемыми показателями 100 баллов распределяются прямо пропорционально важности этих показателей.
4.	Определяются базовые значения показателей ( $P_i$ ), за которые берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом местных условий.	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. Допустимым является задание базового значения в виде интервала.
5.	Определяются реальные значения ( $P_i$ ) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться за один и тот же отчетный период.
6.	Выбирается система алгебраической оценки отклонения реального показателя: знаком (+) обозначается ухудшение по сравнению с базовым показателем, знаком (-) - улучшение.	Такой выбор обусловлен тем, что увеличение показателя в одном случае может означать ухудшение, а в другом улучшение. Примером этому могут служить показатели рождаемости и смертности, где увеличение показателя рождаемости воспринимается как улучшение, а увеличение показателя смертности как ухудшение.
7.	Определяется уровень отклонения реального показателя от ожидаемого как абсолютное значение разности $P_i$ и $P_i$ и подставляется результирующему значению знак (+) при отклонении в сторону ухудшения и знак (-) - в сторону улучшения.	Разность вычисляется по отношению к тому интервальному значению, за который выходит реальный показатель. Если базовое значение $P_i$ задано интервалом, то в случае попадания реального значения $P_i$ в этот интервал, вычисляемая разность будет равна нулю.
8.	Полученная разность умножается	При этом сохраняется знак + или -, характеризую-

	на нормированный коэффициент относительной важности показателя, полученный по п. 3.	щий ухудшение или улучшение.
9.	Все полученные произведения по п.8 суммируются с учетом алгебраического знака. Сумма делится на 100, в результате чего получается искомая обобщенная оценка показателей функционирования подсистем.	<p>Вычисления можно представить следующей формулой:</p> $K = \pm \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n \left( \frac{ P_i - Pr_i }{P_i} \right) Q_i$ <p>Для наглядности и удобства обобщенная оценка <b>K</b> может быть переведена в коэффициент уровня достижения результата, выраженный в % по формуле:  <b>УДР = 100 - ( ± K ) x 100</b></p>

### 2.3.2. Описание программы DU

Внешний вид программы показан на рис.1.

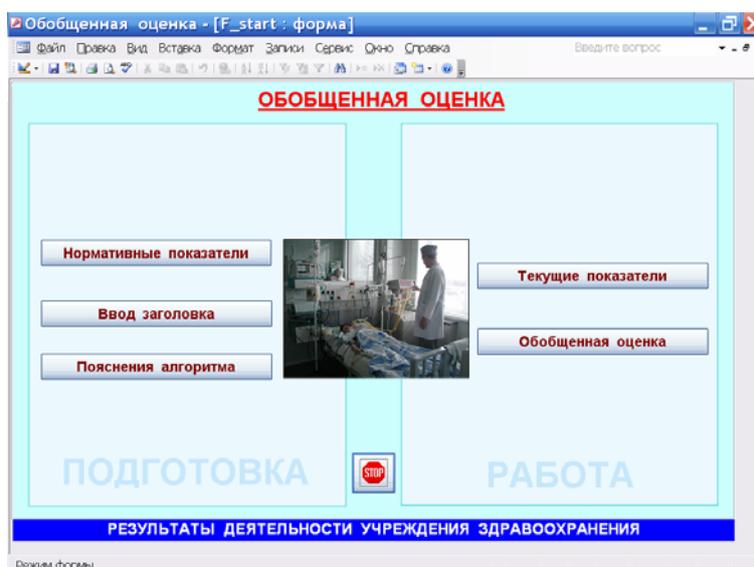


Рис. 1. Внешний вид программы

Программа (шифр «DU») позволят:

1. Вводить нормативные (базовые) показатели (рис. 2).
2. Вводить название обобщенной оценки и исполнителя (рис. 3).
3. Знакомиться с алгоритмом расчета (рис. 4).
4. Вводить текущие показатели (рис. 5).
5. Выводить результаты расчета (рис. 6).

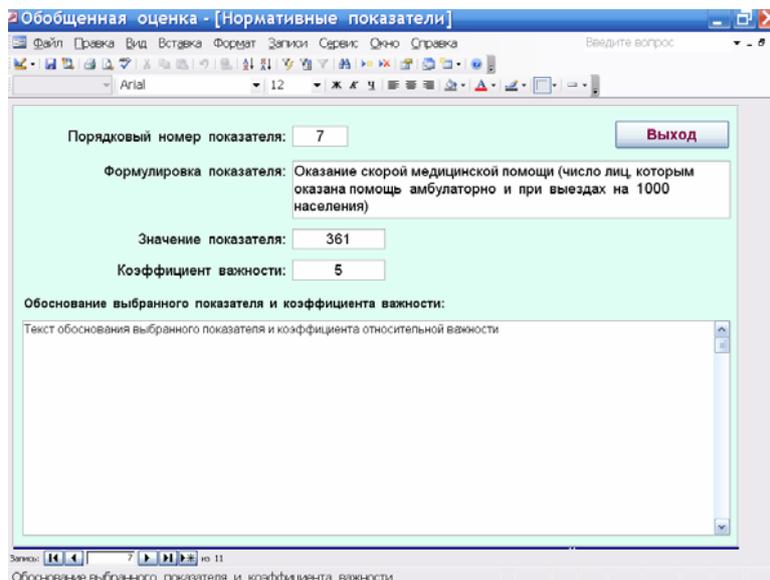


Рис. 2. Режим ввода нормативных показателей

Рис. 3. Режим ввода заголовка и фамилии студента

Программа (шифр «DU») работает в среде Access и устанавливается на компьютер путем копирования.

Указанные режимы работы данной программы вызываются нажатием соответствующей кнопки на главной кнопочной форме (рис. 1). Режимы ввода нормативных и текущих показателей разделены. При вводе текущих показателей поля, задействованные в режиме ввода текущих показателей, заблокированы. В левой верхней части формы ввода текущих показателей (рис. 5) имеется кнопка сброса предыдущих текущих показателей.

NN	Действие	Пояснения
1	Определяется перечень анализируемых показателей.	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя ( $q_i$ ).	Осуществляется экспертным путем, для чего бальная оценка всех экспертов усредняется по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вклад каждого показателя в обобщенную оценку.
3	Производится нормирование коэффициента относительной важности, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q_i = \frac{100 q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	В результате сумма всех коэффициентов относительной важности будет равно 100. В результате между анализируемыми показателями 100 баллов распределяются прямо пропорционально важности этих показателей.
4	Определяются базовые значения показателей ( $P_i$ ), за которые берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом местных условий.	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. Допустимым является задание базового значения в виде интервала.
5	Определяются реальные значения ( $P_{ri}$ ) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться за один и тот же отчетный период.
6	Выбирается система алгебраической оценки отклонения реального показателя. знаком (+) обозначается ухудшение по сравнению с базовым показателем, знаком (-) - улучшение.	Такой выбор обусловлен тем, что увеличение показателя в одном случае может означать ухудшение, а в другом улучшение. Примером этому могут служить показатели рождаемости и смертности, где увеличение показателя рождаемости воспринимается как улучшение, а увеличение показателя смертности как ухудшение.
7	Определяется уровень отклонения реального показателя от ожидаемого как абсолютное значение разности $P_i$ и $P_{ri}$ и подставляется результирующему значению знак (+) при отклонении в сторону ухудшения и знак (-) - в сторону улучшения.	Разность вычисляется по отношению к тому интервальному значению, за который выходит реальный показатель. Если базовое значение $P_i$ задано интервалом, то в случае попадания реального значения $P_{ri}$ в этот интервал, вычисляемая разность будет равна нулю.
8	Полученная разность умножается на...	При этом сохраняется знак + или -.

Рис. 4. Пояснение алгоритма расчета



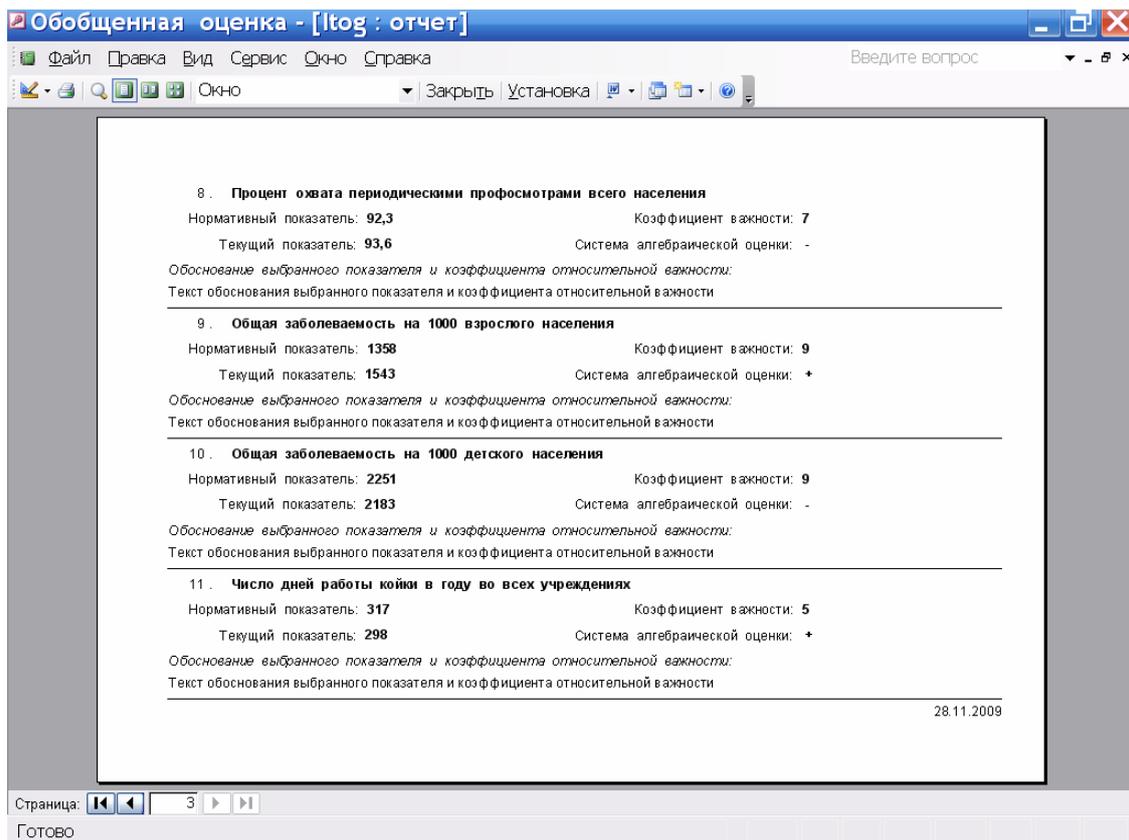


Рис. 6. Результат расчета

## 2.4. Программа GE

### 2.4.1. Алгоритм программы GE

Таблица 3

NN	Действие	Пояснения
1.	Определяется перечень анализируемых показателей.	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2.	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя ( $q_i$ ).	Осуществляется экспертным путем, для чего бальная оценка всех экспертов усредняется по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вклад каждого показателя в обобщенную оценку. Пользователь самостоятельно выбирает систему бальной оценки (например, 10-бальную). Допустимы дробные значения.
3.	Определяется степень значимости ( $s_i$ ), учитывающий влияние величины отклонения от сравниваемой величины для каждого показателя.	Осуществляется экспертным путем, для чего выбранные значения степени значимости усредняются по каждому анализируемому показателю. Чем больше $s_i$ , тем более значимым признается отклонение от сравниваемой величины. Например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии. Это позволяет принять значение степени больше других.
4.	Производится нормирование коэффициента относительной важности, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q_i = \frac{100 q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	В результате сумма всех коэффициентов относительной важности будет равно 100. Между анализируемыми показателями 100 баллов распределяются прямо пропорционально важности этих показателей.
5.	Определяются базовые значения показателей ( $P_i$ ).	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. В качестве их берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом

		местных условий. С этими значениями будет осуществляться сравнение.
6.	Определяются реальные значения ( $Pr_i$ ) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться для сравнения за один и тот же отчетный период.
7.	Определяется уровень отклонения реального показателя от ожидаемого как абсолютное значение разности $P_i$ и $Pr_i$ , подставляется результирующему значению знак (+) при отклонении в сторону ухудшения и знак (-) - в сторону улучшения и возводится в степень $s_i$ .	Возведение в степень $s_i$ позволяет учесть значимость отклонения от сравниваемой величины. Разность вычисляется по отношению к тому интервальному значению, за который выходит реальный показатель. Если базовое значение $P_i$ задано интервалом, то в случае попадания реального значения $Pr_i$ в этот интервал, вычисляемая разность будет равна нулю.
8.	Выбирается система алгебраической оценки отклонения реального показателя: знаком (+) обозначается ухудшение по сравнению с базовым показателем, знаком (-) - улучшение.	Такой выбор обусловлен тем, что увеличение показателя в одном случае может означать ухудшение, а в другом улучшение. Примером этому могут служить показатели рождаемости и смертности, где увеличение показателя рождаемости воспринимается как улучшение, а увеличение показателя смертности как ухудшение.
9.	Полученная разность умножается на нормированный коэффициент относительной важности показателя, полученный по п. 4.	При этом сохраняется знак (+) или (-), характеризующий ухудшение или улучшение.
10.	Итоговый результат вычисляется по формуле: $K = \pm \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n \frac{s_i^{\sqrt{s_i}} ( P_i - Pr_i )^{S_i}}{P_i^{S_i}} Q_i$	Для наглядности и удобства обобщенная оценка $K$ может быть переведена в коэффициент уровня достижения результата, выраженный в % по формуле: $\text{УДР} = 100 - (+ K) \times 100$

Особенностью предложенного алгоритма является поправочный коэффициент  $s_i^{\sqrt{s_i}}$ , который исключает занижение результата. В результате отличия  $Pr_i$  от  $P_i$  примерно менее чем на одну треть будет приводить к занижению результата при степени  $s_i > 1$ , а при превышении – к завышению результата, которое будет заметно увеличиваться по мере увеличения разности  $|P_i - Pr_i|$ .

Для ориентации пользователя в части выбора степени значимости ( $s_i$ ) в табл. 4 приведены значения долевых составляющих при различных значениях разности  $|P_i - Pr_i|$ , выраженной в процентах.

Таблица 4

Значения долевых составляющих при различных рассогласованиях

S	$s^{\sqrt{s}}$	20%	30%	40%	50%	60%	70%
1	1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
2	2,665	0,107	0,2399	0,4264	0,6663	0,9595	1,3059
3	6,705	0,0536	0,1810	0,4291	0,8381	1,4483	2,2998
4	16	0,0256	0,1296	0,4096	1	2,0736	3,8416

Из приведенной таблицы видно, что по мере увеличения степени ( $s_i$ ) долевая составляющая при рассогласованиях 20% и 30% уменьшается, а при рассогласованиях 50%, 60% и 70% - увеличивается. При 50% рассогласовании для степени 2 соответствует увеличение на одну треть, для степени 3 увеличение будет на две трети, а при степени 4 - в два раза.

#### 2.4.2. Описание программы GE

Внешний вид программы показан на рис.7.

Программа (шифр «GE») позволяет:

6. Вводить нормативные (базовые) показатели (рис. 8).
7. Вводить название обобщенной оценки и исполнителя (рис. 9).
8. Знакомиться с алгоритмом расчета (рис. 10).
9. Вводить текущие показатели (рис. 11).
10. Выводить результаты расчета (рис. 12).

Программа (шифр «GE») работает в среде Access и устанавливается на компьютер путем копирования.

Указанные режимы работы данной программы вызываются нажатием соответствующей кнопки на главной кнопочной форме (рис. 7). Режимы ввода нормативных и текущих показателей разделены. При вводе текущих показателей поля, задействованные в режиме ввода текущих показателей,

заблокированы. В левой верхней части формы ввода текущих показателей (рис. 11) имеется кнопка сброса предыдущих текущих показателей.



Рис. 7. Внешний вид программы

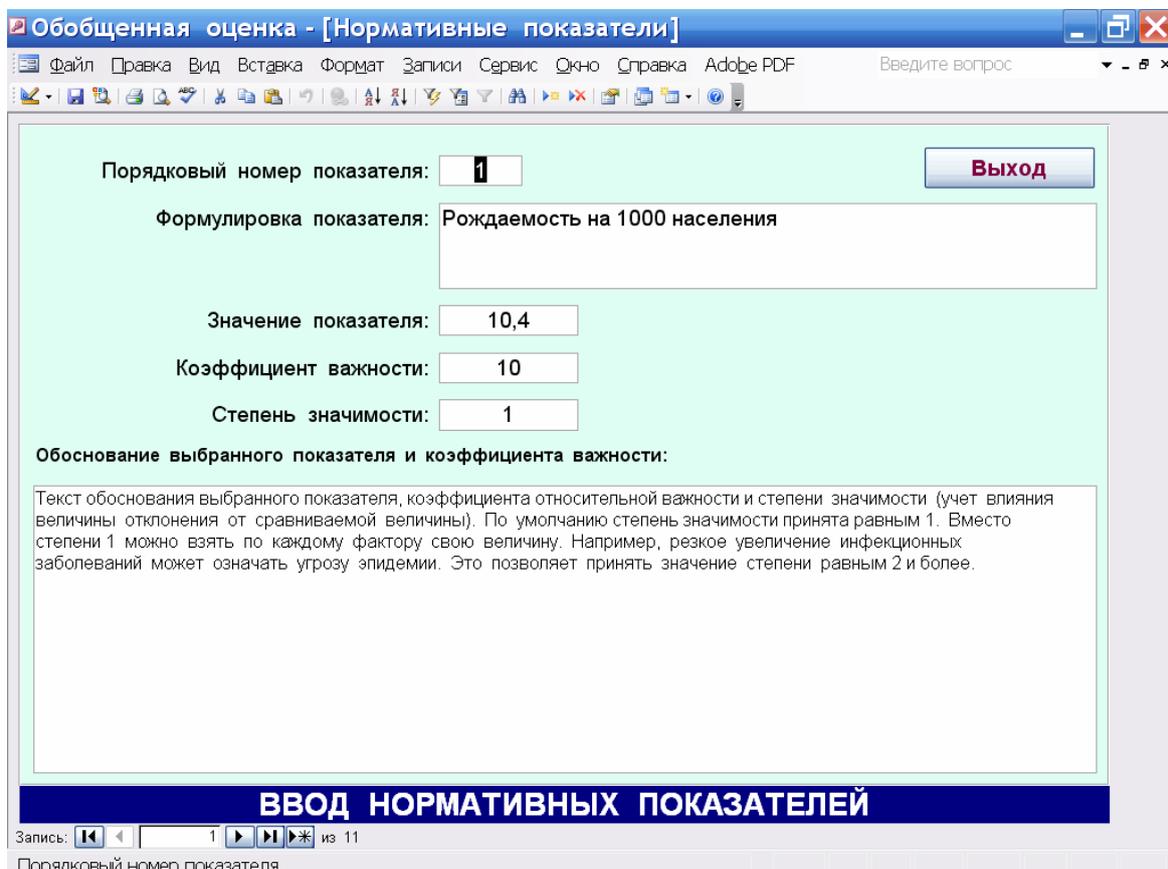


Рис. 8. Режим ввода нормативных показателей

Рис. 9. Режим ввода заголовка и фамилии пользователя

№№	Действие	Пояснения
1	Определяется перечень анализируемых показателей	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя (q).	Осуществляется экспертным путем, для чего балльная оценка всех экспертов уравнивается по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вес каждого показателя в обобщенную оценку. Пользователь самостоятельно выбирает систему балльной оценки (например, 10-балльную). Допустимы дробные значения.
3	Определяется степень значимости (s), учитывающей влияние величины отклонения от сравнимой величины для каждого показателя.	Осуществляется экспертным путем, для чего выбираются значения степени значимости уравниваются по каждому анализируемому показателю. Чем больше s, тем более значимым признается отклонение от сравнимой величины. Например, разное увеличение инфляционных показателей может означать угрозу эпидемии. Это позволит принять значения степени больше других.
4	Проводится нормирование коэффициента относительной важности, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q = \frac{10q}{\sum_{i=1}^n q_i}$	В результате оценок всех коэффициентов относительной важности будет равно 100. Между анализируемыми показателями 100 баллов распределяется прямо пропорционально важности этих показателей.
5	Определяются базовые значения показателей (P).	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. В качестве их берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом местных условий. С этого значения будет осуществляться сравнение.
6	Определяются реальные значения (R) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться для сравнения за один и тот же отчетный период.
7	Определяется уровень отклонения реального показателя от ожидаемого как абсолютное значение разности R и P, подставляется результирующему значению знак (+) при отклонении в сторону ухудшения и знак (-) - в сторону улучшения и возводится в степень s.	Возведение в степень s, позволяет учесть значимость отклонения от сравнимой величины. Разность вычисляется по отношению к тому интервальному значению, за который выходит реальный показатель. Если базовое значение P равно интервалу, то в случае попадания реального значения R в этот интервал, вычисляемая разность будет равна нулю.
8	Выбирается система алгебраической оценки отклонения реального показателя: знаком (+) обозначается ухудшение по сравнению с базовым показателем, знаком (-) - улучшение.	Такой выбор обусловлен тем, что увеличение показателя в одном случае может означать ухудшение, а в другом улучшение. Примером этому могут служить показатели рождаемости и смертности, где увеличение показателя рождаемости воспринимается как улучшение, а увеличение показателя смертности как ухудшение.
9	Полученная разность умножается на нормированный коэффициент относительной важности показателя, полученный по п. 4.	При этом сохраняется знак (+) или (-), характеризующий ухудшение или улучшение.
10	Итоговый результат вычисляется по формуле: $X = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n \frac{R_i - P_i}{P_i} \cdot Q_i \cdot s_i$	Для наглядности и удобства обобщенная оценка K может быть переведена в коэффициент уровня достижения результата, выраженный в % по формуле: $KDP = 100 - (X) \times 100$

Рис. 10. Пояснение алгоритма расчета

N	Показатель	Нормативный показатель	Текущий показатель	Система алгебраической оценки	Козф. важности	Степень значимости
1	Рождаемость на 1000 населения	10,4	8	+	10	1
2	Смертность на 1000 населения	15,2	20,4	+	10	1,2
3	Уровень госпитализации на 100 человек	22,2	25,2	+	6	1
4	Мощность поликлиник (число посещений в смену на 10000 населения)	228	213,4	+	8,1	1
5	Обеспеченность врачами на 10000 населения	43	29	+	9	2,3
6	Обеспеченность средними медработниками на 10000 населения	95	98,7	-	7	1
7	Оказание скорой медицинской помощи (число лиц, которым оказана помощь амбулаторно и при выездах на 1000 населения)	361	338,3	-	5	1,5

Рис. 11. Режим ввода текущих показателей

Расчет выводится кнопкой «Обобщенная оценка» на главной кнопочной форме.

**Тема: Обобщенная оценка деятельности учреждений и органов управления здравоохранения  
Тульской области в 2007 году**

Исполнитель: Иванов И.И.

Результат обобщенной оценки: 0,124

Уровень достижения показателя: 87,643

*Исходные данные для расчета:*

<b>1. Рождаемость на 1000 населения</b>		
Нормативный показатель: <b>10,4</b>	Коэффициент важности: <b>10</b>	Степень: <b>1</b>
Текущий показатель: <b>8</b>	Система алгебраической оценки: <b>+</b>	Доля: <b>0,02712</b>
<i>Обоснование:</i>		
Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости (учет влияния величины отклонения от сравниваемой величины). По умолчанию степень значимости принята равным 1. Вместо степени 1 можно взять по каждому фактору свою величину. Например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии. Это позволяет принять значение степени равным 2 и более.		
<b>2. Смертность на 1000 населения</b>		
Нормативный показатель: <b>15,2</b>	Коэффициент важности: <b>10</b>	Степень: <b>1,2</b>
Текущий показатель: <b>20,4</b>	Система алгебраической оценки: <b>+</b>	Доля: <b>0,03961</b>
<i>Обоснование:</i>		
Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости (учет влияния величины отклонения от сравниваемой величины). По умолчанию степень значимости принята равным 1. Вместо степени 1 можно взять по каждому фактору свою величину. Например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии. Это позволяет принять значение степени равным 2 и более.		
<b>3. Уровень госпитализации на 100 человек</b>		
Нормативный показатель: <b>22,2</b>	Коэффициент важности: <b>6</b>	Степень: <b>1</b>
Текущий показатель: <b>25,2</b>	Система алгебраической оценки: <b>+</b>	Доля: <b>0,00953</b>
<i>Обоснование:</i>		
Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости (учет влияния величины отклонения от сравниваемой величины). По умолчанию степень значимости принята равным 1. Вместо степени 1 можно взять по каждому фактору свою величину. Например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии. Это позволяет принять значение степени равным 2 и более.		
<b>4. Мощность поликлиник (число посещений в смену на 10000 населения)</b>		
Нормативный показатель: <b>228</b>	Коэффициент важности: <b>8,1</b>	Степень: <b>1</b>
Текущий показатель: <b>213,4</b>	Система алгебраической оценки: <b>+</b>	Доля: <b>0,00609</b>
<i>Обоснование:</i>		
Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости (учет влияния величины отклонения от сравниваемой величины). По умолчанию степень значимости принята равным 1. Вместо степени 1 можно взять по каждому фактору свою величину. Например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии. Это позволяет принять значение степени равным 2 и более.		
<b>5. Обеспеченность врачами на 10000 населения</b>		
Нормативный показатель: <b>43</b>	Коэффициент важности: <b>9</b>	Степень: <b>2,3</b>
Текущий показатель: <b>29</b>	Система алгебраической оценки: <b>+</b>	Доля: <b>0,02832</b>

Рис. 12. Результат расчета

## 2.5. Программа MedGE

### 2.5.1. Алгоритм программы MedGE

Таблица 5

№№	Действие	Пояснения
1.	Определяется перечень анализируемых показателей.	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2.	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя ( $q_i$ ).	Осуществляется экспертным путем, для чего бальная оценка всех экспертов усредняется по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вклад каждого показателя в обобщенную оценку. Пользователь самостоятельно выбирает систему

		бальной оценки (например, 10-бальную). Допустимы дробные значения.
3.	Определяются базовые значения показателей ( $P_i$ ).	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. В качестве их берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом местных условий. С этими значениями будет осуществляться сравнение.
4.	Определяются реальные значения ( $Pr_i$ ) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться для сравнения за один и тот же отчетный период.
5.	Вычисляется для каждого показателя коэффициент относительного отклонения по формуле: $R_i = \frac{P_i - Pr_i}{P_i}$	Коэффициент относительного отклонения $R_i$ для нахождения степени значимости по п.7.
6.	Вводится по точкам график изменения степени значимости ( $S_i$ ), учитывающий влияние величины отклонения от сравниваемой величины для каждого показателя.	Осуществляется экспертным путем. Для этого выбирается тот график, который является наиболее близким к усредненному мнению. При этом учитываются: - отрицательные значения степени значимости графика как улучшающие, а положительные как ухудшающие оцениваемую ситуацию; - чем больше $S_i$ , тем более значимым признается отклонение от сравниваемой величины (например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии); - возможности нелинейного представления степени значимости.
7.	По графику изменения степени значимости определяется конкретное значение $S_i$ с учетом знака, соответствующее соответствующему коэффициенту относительного отклонения $R_i$ .	Дискретность точек графика требует попадания $R_i$ в один из интервалов, которому будет соответствовать искомое значение степени значимости $S_i$ с учетом знака.
8.	Вычисляется абсолютное значение степени значимости: $s_i =  S_i $	В данном случае отбрасывается знак степени значимости $S_i$ только для вычисления нормированного коэффициента относительной важности по п.10.
9.	Определяется знак степени значимости $S_i$ , который при отрицательных значениях принимается $z_i = +1$ , а при положительных значениях равен $z_i = -1$ .	Знаку «+» соответствует ухудшение, а знаку «-» улучшение сравниваемых показателей $P_i$ и $Pr_i$ . Данная информация заложена в график степени значимости.
10.	Производится нормирование коэффициента относительной важности с учетом абсолютного значения степени значимости, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q_i = \frac{100 q_i s_i}{\sum_{i=1}^n q_i s_i}$	В результате сумма всех коэффициентов относительной важности будет равно 100, которые распределяются между анализируемыми показателями прямо пропорционально взвешенной важности этих показателей. По значению $Q_i$ удобно оценивать долю каждого фактора, вносимого в конечный результат.
11.	Итоговый результат обобщенной оценки показателей вычисляется по формуле: $K = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n z_i  R_i  Q_i$	Для наглядности и удобства обобщенная оценка $K$ может быть переведена в коэффициент уровня достижения результата, выраженный в % по формуле: $УДР = 100 - (\pm K) * 100$

### 2.5.2. Описание программы MedGE

Программа (шифр «MedGE», 2010 г.) предназначена для расчета обобщенной оценки деятельности учреждений и органов управления здравоохранением и может быть использована аспирантами, а также медицинскими статистиками системы здравоохранения. Внешний вид программы показан на рис.13.

Программа (шифр «MedGE») позволяет:

1. Вводить нормативные (базовые) показатели (рис. 14).
2. Формировать график изменения степени значимости (рис. 15-19).
3. Вводить название обобщенной оценки и исполнителя (рис. 21).
4. Знакомиться с алгоритмом расчета (рис. 20).
5. Вводить текущие показатели (рис. 22).
6. Выводить результаты расчета (рис. 23).

Программа (шифр «MedGE») работает в среде Access и устанавливается на компьютер путем копирования.



Рис. 13. Внешний вид программы

Указанные режимы работы данной программы вызываются нажатием соответствующей кнопки на главной кнопочной форме (рис. 13). Режимы ввода нормативных и текущих показателей разделены. При вводе текущих показателей поля, задействованные в режиме ввода текущих показателей, заблокированы. В левой верхней части формы ввода текущих показателей (рис. 22) имеется кнопка сброса предыдущих текущих показателей.

С помощью кнопки «Степень значимости» (рис. 14) можно вызвать режим ввода точек графика изменения степени значимости (рис. 15), в котором имеются три кнопки автоматического заполнения таблицы для последующей корректировки:

1. «Заполнение +1» (рис. 17), характерной для оценки заболеваемости.
2. «Заполнение -1» (рис. 18), характерный для оценки рождаемости.
3. «Заполнение +F(x)» (рис. 19), характерной для оценки заболеваемости.

Пример корректировки показан на рис. 16.

Отображение графика осуществляется кнопкой «График» (рис. 15).

График строится по 25 точкам. Рекомендуется перед началом их ввода воспользоваться одним из трех режимов автоматического заполнения, после чего вносить в них изменения, контролируя свой ввод периодическим построением графика кнопкой «График» (рис. 15).

Точечный ввод графика изменения позволяет формировать изменения степени значимости любой сложности. Алгоритм программы предусматривает нахождение с помощью графика величины степени значимости по известному значению относительного отклонения показателя от нормативного (табл. 5, п.5). Найденное значение степени значимости учитывается в расчете относительного коэффициента важности, усиливая или ослабляя его действие.

Используемое представление степени важности позволяет, как усиливать, так и ослаблять действие коэффициента важности при различных значениях относительного отклонения показателя от нормативного. Фактически коэффициент важности является некоторой функцией относительного отклонения, задать которую можно изложенным способом. Тем не менее, в данной программе для удобства пользователя введены два коэффициента: коэффициент важности и степень значимости. При этом степень значимости в общем случае является нелинейной функцией, действие которой усиливается коэффициентом значимости. Иначе пользователь был бы вынужден проходить через утомительную процедуру задания (изменения) функции при пересмотре важности показателя.

Обобщенная оценка - [Нормативные показатели]

Файл Правка Вид Вставка Формат Записи Сервис Окно Справка Adobe PDF

Порядковый номер показателя:  Выход

Формулировка показателя:

Значение показателя:

Коэффициент важности:

**Степень значимости**

Обоснование выбранного показателя и коэффициента важности:

Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости, задаваемой точками графика.

**ВВОД НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Запись: 1 из 11

Обоснование выбранного показателя и коэффициента важности

Рис. 14. Режим ввода нормативных показателей

Обобщенная оценка - [zDS]

Файл Правка Вид Вставка Формат Записи Сервис Окно Справка Adobe PDF

N	График	Степень значимости
1	1. От 1 до 0,9	<input type="text" value="2,50"/>
1	2. От 0,9 до 0,8	<input type="text" value="2,50"/>
1	3. От 0,8 до 0,7	<input type="text" value="2,50"/>
1	4. От 0,7 до 0,6	<input type="text" value="2,40"/>
1	5. От 0,6 до 0,5	<input type="text" value="2,30"/>
1	6. От 0,5 до 0,4	<input type="text" value="2,10"/>
1	7. От 0,4 до 0,3	<input type="text" value="1,70"/>
1	8. От 0,3 до 0,2	<input type="text" value="1,30"/>
1	9. От 0,2 до 0,1	<input type="text" value="1,10"/>
1	10. От 0,1 до 0	<input type="text" value="1,00"/>
1	11. От 0 до -0,1	<input type="text" value="-1,00"/>
1	12. От -0,1 до -0,2	<input type="text" value="-1,10"/>
1	13. От -0,2 до -0,3	<input type="text" value="-1,20"/>
1	14. От -0,3 до -0,4	<input type="text" value="-1,30"/>
1	15. От -0,4 до -0,5	<input type="text" value="-1,40"/>
1	16. От -0,5 до -0,6	<input type="text" value="-1,50"/>

Запись: 1 из 25

Порядковый номер показателя

Рис. 15. Режим ввода точек графика степени значимости

### График изменения степени значимости

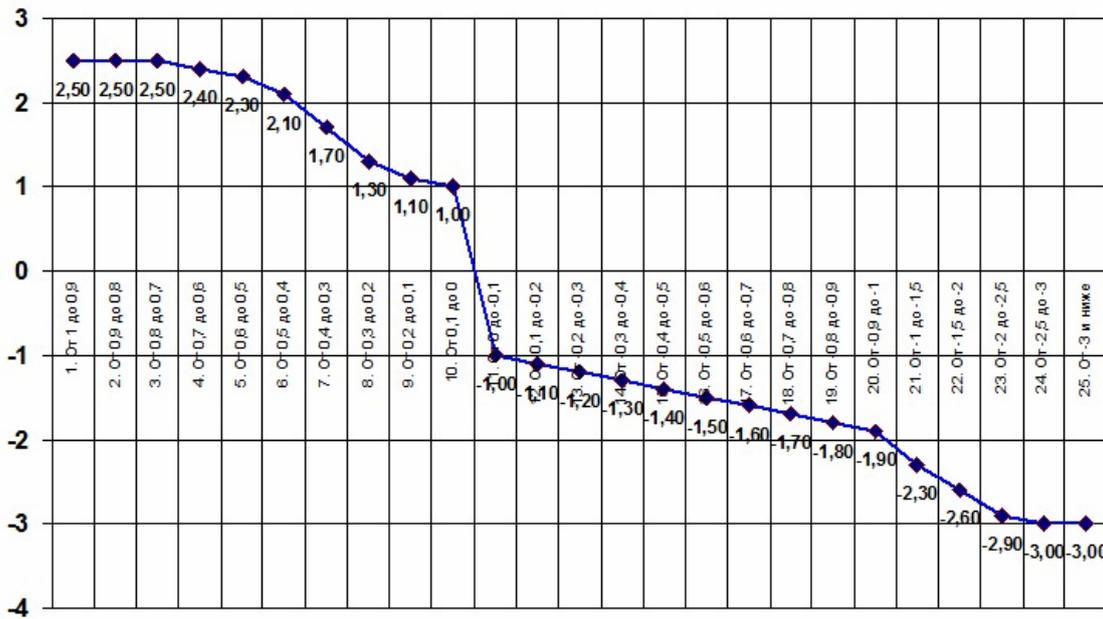


Рис. 16. Пример графика степени значимости

### График изменения степени значимости



Рис. 17. Формирование графика в режиме «Заполнение +1»

### График изменения степени значимости



Рис. 18. Формирование графика в режиме «Заполнение -1»

### График изменения степени значимости

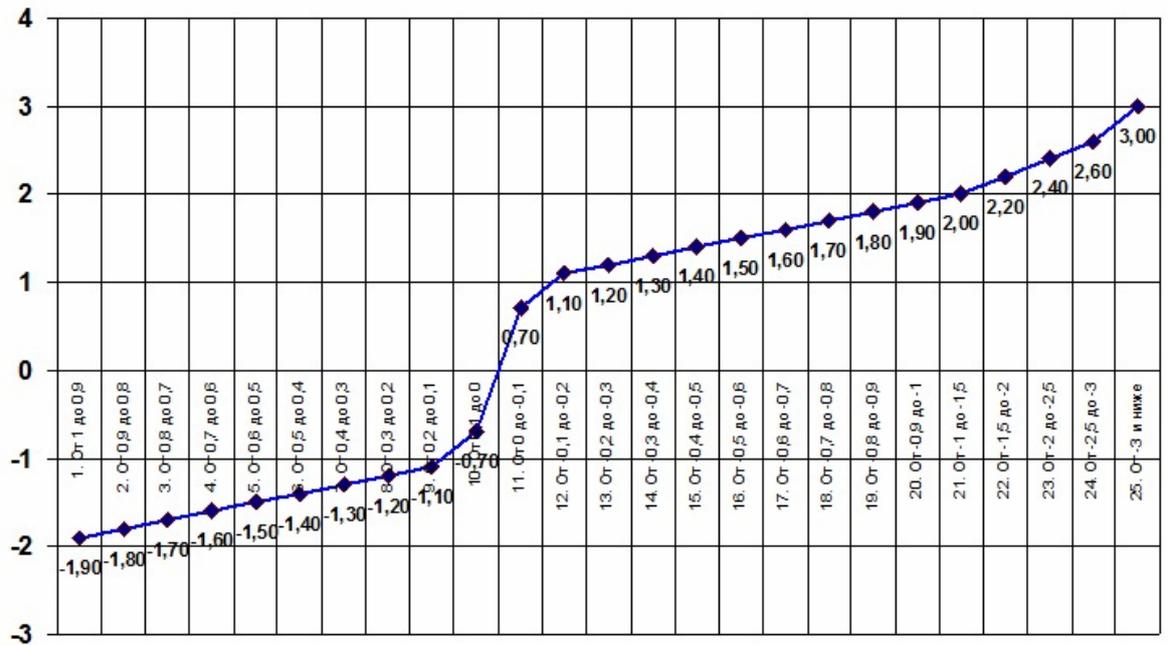


Рис. 19. Формирование графика в режиме «Заполнение +F(x)»

Формирование графика должно быть подтверждено обоснованием, изложенным в специально предназначенном поле формы ввода нормативных показателей (рис. 14).

Алгоритм получения обобщенной оценки показателей выводится кнопкой «Алгоритм расчета» (рис. 13), знание которого облегчает интерпретацию результата.

Алгоритм получения обобщенной оценки показателей

NN	Действие	Пояснения
1.	Определяется перечень анализируемых показателей.	Осуществляется экспертным путем с учетом специфики местных условий и имеющихся региональных проблем.
2.	Определяется коэффициент относительной важности каждого показателя ( $q_i$ ).	Осуществляется экспертным путем, для чего бальная оценка всех экспертов усредняется по каждому показателю. Этот коэффициент определяет относительный вклад каждого показателя в обобщенную оценку. Пользователь самостоятельно выбирает систему бальной оценки (например, 10-бальную). Допустимы дробные значения.
3.	Определяются базовые значения показателей ( $P_i$ ).	Базовые значения показателей являются ожидаемыми, которые необходимо достичь в ходе работ за отчетный период. В качестве их берутся нормативные, оптимальные или средние их значения с учетом местных условий. С этими значениями и будет осуществляться сравнение.
4.	Определяются реальные значения ( $P_i$ ) тех же показателей по данным имеющихся статистических отчетов или дополнительных исследований.	Реальные и базовые значения должны браться для сравнения за один и тот же отчетный период.
5.	Вычисляется для каждого показателя коэффициент относительного отклонения по формуле: $R_i = \frac{P_i - P_i}{P_i}$	Коэффициент относительного отклонения $R_i$ для нахождения степени значимости по п.7.
6.	Вводится по точкам график изменения степени значимости ( $S_i$ ), учитывающий влияние величины отклонения от сравниваемой величины для каждого показателя.	Осуществляется экспертным путем. Для этого выбирается тот график, который является наиболее близким к усредненному мнению. При этом учитываются: - отрицательные значения степени значимости графика как улучшающие, а положительные как ухудшающие оцениваемую ситуацию; - чем больше $S_i$ , тем более значимым признается отклонение от сравниваемой величины (например, резкое увеличение инфекционных заболеваний может означать угрозу эпидемии); - возможности нелинейного представления степени значимости.
7.	По графику изменения степени значимости определяется конкретное значение $S_i$ с учетом знака, соответствующее соответствующему коэффициенту относительного отклонения $R_i$ .	Дискретность точек графика требует попадания $R_i$ в один из интервалов, которому будет соответствовать искомое значение степени значимости $S_i$ с учетом знака.
8.	Вычисляется абсолютное значение степени значимости: $s_i =  S_i $	В данном случае отбрасывается знак степени значимости $S_i$ , только для вычисления нормированного коэффициента относительной важности по п.10.
9.	Определяется знак степени значимости $S_i$ , который при отрицательных значениях принимается $z_i = +1$ , а при положительных значениях равен $z_i = -1$ .	Знаку «+» соответствует ухудшение, а знаку «-» улучшение сравниваемых показателей $P_i$ и $P_i$ . Данная информация заложена в график степени значимости.
10.	Производится нормирование коэффициента относительной важности с учетом абсолютного значения степени значимости, для чего для каждого показателя вычисляется значение: $Q_i = \frac{100 q_i s_i}{\sum_{i=1}^n q_i s_i}$	В результате сумма всех коэффициентов относительной важности будет равно 100, которые распределяются между анализируемыми показателями и прямо пропорционально взвешенной важности этих показателей. По значению $Q_i$ удобно оценивать долю каждого фактора, вносимого в конечный результат.
11.	Итоговый результат обобщенной оценки показателей вычисляется по формуле: $K = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n z_i  R_i  Q_i$	Для наглядности и удобства обобщенная оценка $K$ может быть переведена в коэффициент уровня достижения результата, выраженный в % по формуле: $УДР = 100 - (\pm K) * 100$

Рис. 20. Пояснение алгоритма расчета

Кнопкой «Ввод заголовка» (рис. 13) открывается форма для ввода тематической направленности расчета.

Рис. 21. Режим ввода заголовка и фамилии пользователя

Обобщенная оценка - [Ввод текущего показателя]

Ввод текущих показателей

N	Показатель	Нормативный показатель	Текущий показатель	Кэф. важности
1	Рождаемость на 1000 населения	12,1	9,1	10
2	Смертность на 1000 населения	14,7	20,4	10
3	Уровень госпитализации на 100 человек	22,4	24,9	6
4	Мощность поликлиник (число посещений в смену на 10000 населения)	228,8	214,5	7,5
5	Обеспеченность врачами на 10000 населения	43,8	29,2	8

Запись: 1 из 11  
Значение текущего показателя

Рис. 22. Режим ввода текущих показателей

Расчет выводится кнопкой «Обобщенная оценка» на главной кнопочной форме.

Тема: **Обобщенная оценка деятельности учреждений и органов управления здравоохранения Тульской области в 2008 году**

Исполнитель: Иванов И.И.

Результат обобщенной оценки: 0,210

Уровень достижения показателя: 79,002

**Исходные данные для расчета:**

**1. Рождаемость на 1000 населения**

Нормативный показатель: 12,1

Коэффициент важности: 10

Текущий показатель: 9,1

Итого (в %): 3,20392

*Обоснование:*

Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости, задаваемой точками графика.

**2. Смертность на 1000 населения**

Нормативный показатель: 14,7

Коэффициент важности: 10

Текущий показатель: 20,4

Итого (в %): 5,01075

*Обоснование:*

Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости, задаваемой точками графика.

...

10. **Впервые признаны инвалидами (все болезни на 10000 населения)**

Нормативный показатель: 83,5

Коэффициент важности: 9

Текущий показатель: 102,6

Итого (в %): 2,66033

Обоснование:

Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости, задаваемой точками графика.

11. **Обеспеченность койками на 10000 населения**

Нормативный показатель: 92,4

Коэффициент важности: 6

Текущий показатель: 115,5

Итого (в %): 2,38569

Обоснование:

Текст обоснования выбранного показателя, коэффициента относительной важности и степени значимости, задаваемой точками графика.

06.06.2010

Рис. 23. Результат расчета

2.6. **Выбор программы для обобщенной оценки показателей здравоохранения**

Таблица 6

Программа	Достоинство	Недостатки
DU	Простота.	Не учитывает значимость больших рассогласований по отношению к малым рассогласованиям.
GE	Выбором величины значимости учитывает значимость больших рассогласований по отношению к малым рассогласованиям.	Фиксированный вид кривой изменения величины значимости при изменениях относительного рассогласования показателей.
MedGE	Возможность задания графика изменения величины значимости при изменениях относительного рассогласования показателей любого вида.	Сложность задания по точкам графика изменения величины значимости при изменениях относительного рассогласования показателей.

2.7. **Методика работы**

1. Первоначально пользователь должен выбрать тематическую направленность расчета. Тематика может иметь различный охват (например, областной уровень в сравнении и федеральным уровнем, районный уровень в сравнении с областным уровнем) и различную оценку (например, по всей проблематике здравоохранения, по детской проблематике, по тематике инвалидности и пр.). Пользователь должен сформулировать тематику и ввести ее в программу.

2. Выбрать источник информации, в качестве которого можно взять набор статистических справочников из учебно-методического комплекса по курсу «Общественное здравоохранение и здоровье», показанный на рис. 24.

**ЗДРАВООХРАНЕНИЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**



Рис. 24. Медицинские статистические справочники по Тульской области

Допускается использование других источников информации.

3. Ознакомиться алгоритмом расчета, что необходимо для правильного выбора показателей для расчета.
4. Выбрать анализируемые показатели. Практика использования таких расчетов показывает, что число анализируемых показателей не должно превышать 33, иначе экспертная оценка будет сильно усложнена. Если возникнет необходимость проанализировать большее число показателей, то часть из них следует выделить в отдельную подсистему и подсчитывать для нее обобщенную оценку по излагаемой методике.
5. Выбрать коэффициенты относительной важности по каждому показателю и обосновать их.
6. Задать степень значимости по каждому показателю и обосновать его (для программ **DU** и **GE**). Для программы **MedGE** задать и обосновать форму графика степени значимости.
7. Пользуясь источниками информации найти и ввести нормативные (базовые) статистические показатели (т.е. показатели, с которыми будет осуществляться сравнение).
8. Пользуясь источниками информации найти и ввести текущие показатели.
9. Вывести результат расчета для включения его в состав аналитического расчета. При этом надо иметь в виду, что знак результирующей оценки соответствует принятой (знак «+» соответствует ухудшению, а знак «-» соответствует улучшению).
10. Повторить расчет для других годов (желательно охватить примерно 10-15 лет).
11. По полученным значениям обобщающей оценки и имеющимся факторам рекомендуется построить множественно-регрессионную модель (см. программу **Correl**), по которой можно осуществить ранжирование факторов по их значимости. При этом необходимо учесть, что увеличение числа анализируемых факторов должно сопровождаться увеличением числа расчетов по многим годам. Если это невозможно, то необходимо воспользоваться данными регистров по проблемным направлениям здравоохранения, а также оперативной статистической отчетностью (например, квартальной). Если не возможно увеличение числа отчетных периодов, то необходимо уменьшить число анализируемых факторов.
12. По результатам расчета необходимо сделать выводы и указать на «узкие» места, ухудшающие итоговый показатель. На эти места указывают поле «Итог (в %)» в отчете (рис. 23) в программе **MedGE**, поле «Доля» в отчете (рис. 12) в программе **GE**, знак «+» в поле «Система алгебраической оценки» в отчете (рис. 6) в программе **DU**.

### 3. МНОГОФАКТОРНЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

#### 3.1. Построение математической модели

В решении практических задач исследователь часто сталкивается с необходимостью учета многих факторов. В этих условиях парная корреляция между результативным и каждым (по отдельности) факторным признаком не даст нужного результата, поскольку совместно факторы обычно действуют на результат с иной силой.

Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ включает в себя решение следующих задач [3]:

1. Обоснование взаимосвязи факторов (выбор тех факторов, которые влияют на результат).
2. Определение степени влияния каждого фактора на результат (строится модель множественной регрессии).
3. Количественно оценивается теснота связи между результативным признаком и факторами.

Математически задача заключается в нахождении такого аналитического выражения, которое наилучшим образом описывает связь факторных признаков с результативным.

Многофакторные корреляционно-регрессионные модели бывают:

- линейные;*
- нелинейные.*

Сравнительно простым для построения и часто применяемым на практике являются линейные модели, которые содержат независимые переменные только в первой степени:

$$\overline{y_x} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_kx_k$$

где  $a_0$  – свободный член;

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$  – коэффициенты регрессии;

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  – факторные признаки.

При этом исходные данные для анализа представляют собой массив наблюдений. Каждое  $i$ -наблюдение содержит факторные признаки  $x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{ik}$  и результат  $y_i$ .

Если исследователь, зная характер исследуемого процесса, оценивает связь между результативным признаком и анализируемыми факторами как нелинейную, то для ее описания он должен выбрать нелинейную многофакторную модель (например, степенную, показательную и т.п.).

Параметры  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$  в уравнении множественной регрессии находят методом наименьших квадратов, при использовании которого необходимо решить систему линейных алгебраических уравнений (например, методом Гаусса).

В ряде случаев исследователь предпочитает осуществлять процедуру *стандартизации переменных* [9]. Для этого в уравнении регрессии заменяют переменные  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  на переменные  $t_j$ , где  $J = 1, 2, \dots, k$  следующим образом:

$$t_{iy} = \frac{y_i - \bar{y}}{\sigma_y}, \quad t_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_{x_j}},$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение.

Для переменной  $x$  среднее квадратическое отклонение равно:

$$\sigma_{x_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}.$$

Аналогичным образом подсчитывается среднее квадратическое отклонение для  $y$ .

В результате этого осуществлен переход от натурального масштаба переменных к нормированным отклонениям, а уравнение множественной регрессии принимает вид:

$$t_y = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_2 + \dots + \beta_k t_k,$$

где  $\beta$  - стандартизированный коэффициент множественной корреляции.

В этом выражении  $\beta$  - коэффициент характеризует изменение исследуемого показателя в зависимости от изменения одного фактора при постоянном уровне остальных.  $\beta$  - коэффициенты позволяют оценить степень воздействия факторных признаков на результат.

Параметры уравнения множественной регрессии в натуральном масштабе и уравнения регрессии в стандартизованном виде взаимосвязаны:

$$a_j = \frac{\sigma_y}{\sigma_{x_j}} \beta_j, \quad \text{где } j = 1, 2, \dots, k.$$

Также как и в натуральном масштабе переменных, параметры  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$  в уравнении множественной регрессии находят методом наименьших квадратов.

Обычно в практической работе результирующее выражение (с численными значениями коэффициентов при переменных) находят с помощью различного программного обеспечения. Для изучения множественной регрессии и для практической работы приведена быстросействующая программа (рис. 25), позволяющая работать с большими исходными массивами данных.

В результате находят результирующее выражение:  $y(x) = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_k x_k$  с численными значениями  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$ .

В построении регрессионной модели большое значение имеет выбор факторов. Часто исследователь выбирает самые важные факторы, не включая второстепенные. В связи с этим возникает необходимость оценить степень совокупного влияния выбранных факторов на результирующий признак (цель). Для этого вычисляют *совокупный коэффициент детерминации*  $R^2$ , характеризующий долю вариации результирующего признака, обусловленного изменением всех факторов, входящих в уравнение множественной регрессии:

$$R_{y, x_1, x_2, \dots, x_k}^2 = \frac{\delta_{\text{фактор}}^2}{\sigma_y^2} \quad \text{или} \quad R_{y, x_1, x_2, \dots, x_k}^2 = 1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_y^2},$$

где

$\delta_{\text{фактор}}^2$  - факторная дисперсия, характеризующая изменение результирующего признака, обусловленная вариацией включенных в анализ факторов:

$$\delta_{\text{фактор}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((\bar{y}_x)_i - \bar{y})^2;$$

$\sigma_y^2$  - общая дисперсия результирующего фактора;

$\sigma_{\text{ост}}^2$  - остаточная дисперсия, характеризующая отклонения фактических уровней результирующего признака от рассчитанных по уравнению множественной регрессии:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - (\bar{y}_x)_i)^2 = \sigma_y^2 - \delta_{\text{фактор}}^2.$$

Фактически остаточная дисперсия оценивает долю не учтенных факторов (исключенных как мало-значимых).

*Совокупный коэффициент множественной корреляции*  $R$  представляет собой квадратный корень из совокупного коэффициента детерминации  $R^2$  и имеет пределы  $0 \leq R \leq 1$ . Чем ближе  $R$  к единице, тем точнее полученное уравнение отражает реальную связь [9, 14].

Необходимо отметить, что совокупный коэффициент множественной корреляции  $R$  зависит не только от корреляции результирующего признака с факторными, но и от корреляции факторных признаков между собой.

Превышение корреляции между двумя факторными признаками величины 0,8 называют **коллинеарностью**, а между несколькими факторами - **мультиколлинеарностью**.

Приведенная программа наряду с построением регрессионной модели позволяет вычислить совокупный коэффициент детерминации  $R^2$  и коэффициенты корреляции между всеми парами факторных и результирующим признаками, что позволяет оценить коллинеарность или мультиколлинеарность. Избавляются от коллинеарности или мультиколлинеарности путем исключения из группы факторов, с взаимной корреляцией больше 0,8, всех этих факторов, кроме одного, имеющего наибольший коэффициент корреляции с результирующим признаком (целью). Затем повторяют расчет и убеждаются в отсутствии коллинеарности или мультиколлинеарности.

Если полученная регрессионная модель слишком громоздка, а совокупный коэффициент детерминации  $R^2$  достаточно высок, то для упрощения модели используют процедуру *пошаговой регрессии*. Для этого из рассчитанных парных коэффициентов корреляции выбирают один, имеющий самый высокий коэффициент корреляции с результирующим признаком. Используя только выбранный фактор, строят с помощью программы однофакторную модель:  $y = a_0 + a_v x_v$ , где  $v$  – номер выбранного фактора, и получаем совокупный коэффициент детерминации  $R^2$ . Оценивая величину  $R^2$ , исследователь принимает решение о необходимости следующего шага, который увеличит значение  $R^2$ .

На втором шаге выбирается следующий фактор с наибольшим парным коэффициентом корреляции с результирующим признаком и строится двухфакторная модель с последующей оценкой величины  $R^2$ .

Если после этого шага значение  $R^2$  будет недостаточно высоким, то выполняют аналогичным образом последующие шаги до тех пор, пока значение  $R^2$  будет удовлетворять исследователя.

Пошаговая регрессия требует от исследователя компромисса в снижении значения совокупного коэффициента детерминации  $R^2$  и в достигаемом эффекте уменьшения числа факторных признаков.

Важным этапом в построении математической модели является статистическая оценка значимости каждого коэффициента регрессии, для чего необходимо:

1). Рассчитать значение t-критерия Стьюдента:

$$t_{расч}^j = \frac{|a_j|}{\sigma_{a_j}}$$

2). Найти приближенное значение средней (стандартной) ошибки:

$$\sigma_{a_j}^2 = \frac{\sigma_y^2}{k}$$

где  $\sigma_y^2$  – дисперсия результирующего признака;

$k$  – число факторных признаков.

3). Сравнить по каждому коэффициенту регрессии  $t_{расч}$  с табличным значением t-критерия Стьюдента (см. приложение 1). Для нахождения табличного значения необходимо знать уровень значимости (в здравоохранении он должен быть 0,05 и ниже) и степень свободы:  $\nu = n - k - 1$ , где  $n$  – число строк. Если  $t_{расч}$  будет больше табличного значения, то коэффициент регрессии можно считать статистически значимым.

Вывод об адекватности всей регрессионной модели и правильности выбора факторов и их связей можно сделать с помощью F-критерия:

$$F_{расч} = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{n - k - 1}{k}$$

где  $R^2$  – совокупный коэффициент множественной детерминации;

$k$  – число столбцов;

$n$  – число строк.

Затем находят значение  $F_{табл}$  по таблицам значений F-критерия Фишера (см. приложение 2) при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы  $\nu_1 = k$ ;  $\nu_2 = n - k - 1$ .

Если  $F_{расч} > F_{табл}$ , то связь признается существенной. Значение  $F_{расч}$  можно вычислить с помощью приведенной программы (рис. 25).

### 3.2. Описание программы Correl

Данная программа выполнена на Visual C++ и позволяет:

- строить линейную множественно-регрессионную модель в классическом и нормализованном виде;
- число факторов .... не более 255;
- число строк .... не ограниченное число;
- найти  $R$  и  $R^2$ ;
- найти коэффициент Фишера;
- найти парные корреляции между всеми факторными признаками.

Порядок загрузки данных (рис. 26) программы **Correl** отражен на рис. 27-30.

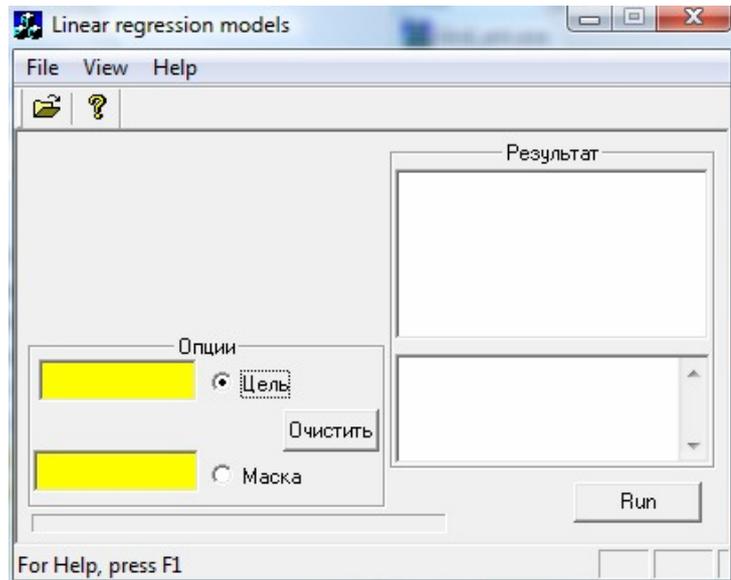


Рис. 25. Программа построения линейной регрессионной модели

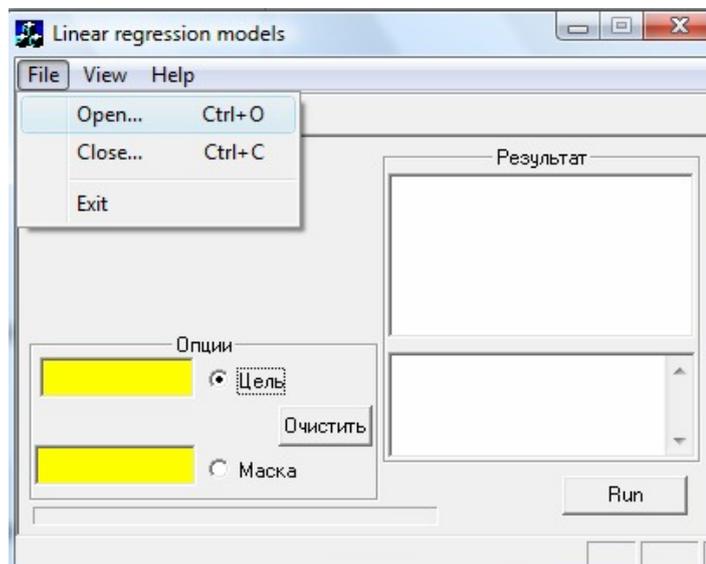
```

10369;2861;4009;8.6;26;11;49;736
3823;1006;1827;4.9;20;22;35;197
2662;1154;632;5.1;22;17;41;254
2328;1088;1192;6.5;10;13;39;112
2295;696;618;3.7;21;22;43;145
1615;715;569;4.0;25;24;41;176
1519;662;563;4.3;8;17;42;50
869;408;423;2.5;19;28;39;76
845;455;387;2.6;10;15;47;44
773;409;443;2.4;20;39;35;81
751;343;347;1.6;12;15;45;40
730;402;287;1.6;18;28;43;73
727;355;330;2.7;11;9;46;41
604;380;210;1.1;8;10;37;30

```

Рис. 26. Вид загружаемых в программу данных

Загружаемые данные (рис. 26) представляют собой последовательность значений факторных признаков и результирующего значения (рекомендуется размещать последней в строке), перечисленных через точку с запятой. В конце строки точка с запятой не ставится. Таким образом, массив загружаемых данных будет представлять собой матрицу размерностью  $k+1$  на  $n$ . В качестве десятичного знака используется точка. По завершению формирования матрицы курсор должен быть под значением первого фактора последней строки, как это показано на рис. 26.

Рис. 27. Загрузка файла данных с расширением *txt*

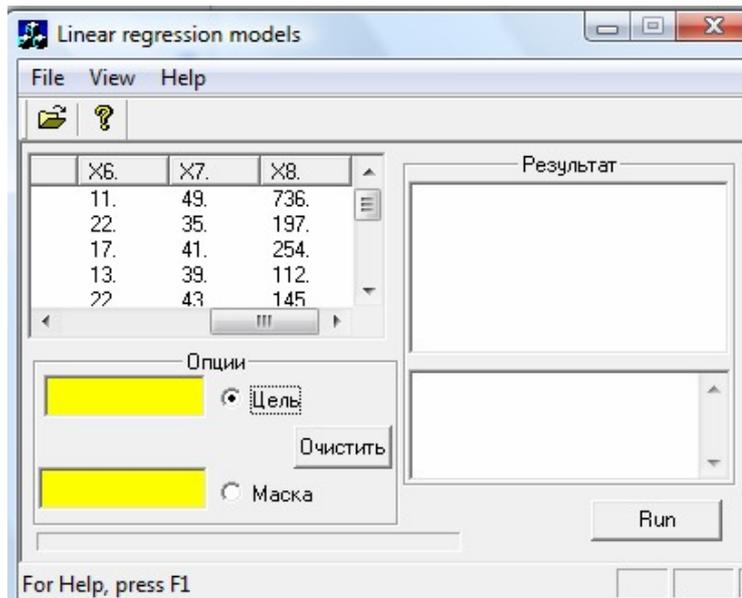


Рис. 28. Результат загрузки данных

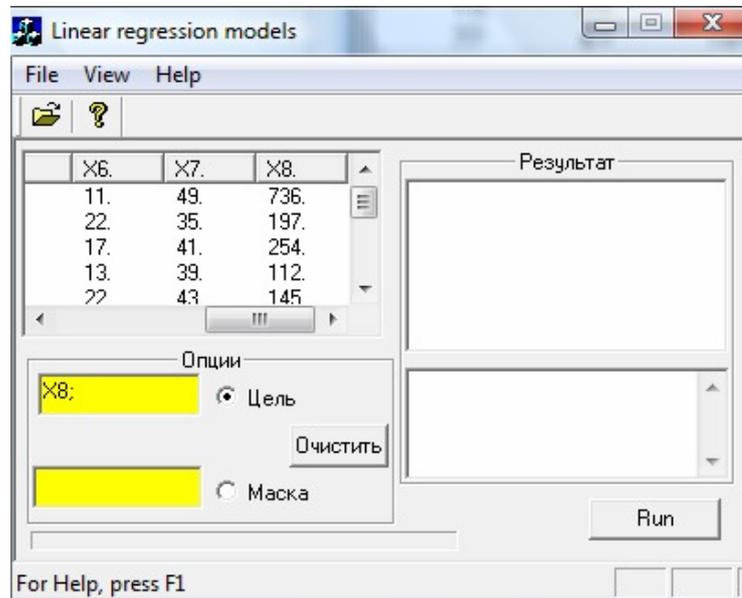
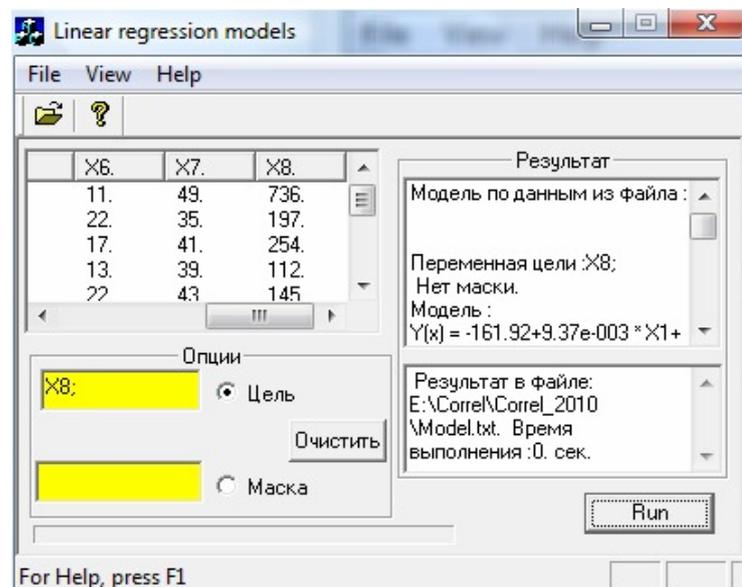


Рис. 29. Выбор X8 в качестве результирующего признака

Рис. 30. Состояние программы после нажатия кнопки **Run**  
Результат расчета выводится в окно «Результат» программы, а также в файл *Model.txt* в следую-

щем виде:

Модель по данным из файла: E:\Correl\Correl\_2010\kniga.txt.

Переменная цели: X8.

Нет маски.

Модель:

$$Y(x) = -161.92 + 9.37e-003 * X1 + 0.26 * X2 - 6.97e-004 * X3 - 22.36 * X4 + 6.51 * X5 - 0.57 * X6 + 1.76 * X7$$

Модель нормализованная:

$$Y(t) = 0.13 * T1 + 0.94 * T2 - 3.83e-003 * T3 - 0.26 * T4 + 0.23 * T5 - 0.03 * T6 + 0.04 * T7$$

Значения R, R-квадрат и коэфф. Фишера:

R = 0.9985883017.

R\_kvadr = 0.9971785962.

Fisher = 353.4334955.

Nu\_1 = 7.

Nu\_2 = 6.

Парные корреляции:

X0-(0.982)-X1	X1-(0.955)-X2	X2-(0.473)-X4	X3-(0.811)-X7
X0-(0.982)-X2	X1-(0.903)-X3	X2-(-0.251)-X5	X4-(0.455)-X5
X0-(0.852)-X3	X1-(0.506)-X4	X2-(0.273)-X6	X4-(-0.012)-X6
X0-(0.533)-X4	X1-(-0.306)-X5	X2-(0.932)-X7	X4-(0.653)-X7
X0-(-0.273)-X5	X1-(0.334)-X6	X3-(0.413)-X4	X5-(-0.513)-X6
X0-(0.340)-X6	X1-(0.971)-X7	X3-(-0.281)-X5	X5-(-0.195)-X7
X0-(0.975)-X7	X2-(0.844)-X3	X3-(0.201)-X6	X6-(0.358)-X7

### 3.3. Оценка результата

Результат расчета после процедуры пошаговой регрессии, выполненной в случае необходимости, можно оценить по следующим образом:

1. Оценка факторов по силе их влияния на результат можно осуществить:

- ранжированием факторов путем их выстраивания по убыванию коэффициентов регрессии нормализованной модели;

- расчетом эластичности:

$$L_1 = a_1 \frac{x_1}{y} \quad \text{- для первого фактора;}$$

$$L_2 = a_2 \frac{x_2}{y} \quad \text{- для второго фактора;}$$

.....

$$L = \sum_{j=1}^k L_j \quad \text{- по совокупности всех факторов.}$$

Зная эластичность можно оценить их влияние на результат по доле эластичности каждого фактора в эластичности по совокупности всех факторов:  $\frac{L_j}{L}$ .

2. Учет всех важных факторов оценивается по коэффициенту множественной детерминации, который должен быть в этом случае близким в единице.

3. Оценка статистической значимости каждого коэффициента регрессии по значению t-критерия Стьюдента.

4. Оценка адекватности всей модели и правильности выбора формы связи по F-критерию.

### 3.4. Использование множественно-регрессионного анализа при обработке результатов обобщенной оценки показателей здравоохранения

Рассматриваемая методология обработки результатов обобщенной оценки показателей с использованием множественно-регрессионного анализа заключается в следующем:

1. Производится расчет обобщенной оценки показателей здравоохранения по каждому году. Для получения адекватной модели и достаточной статистической значимости коэффициентов регрессии необходимо иметь как можно больше лет наблюдений. Если это невозможно, то необходимо расчет обобщенной оценки показателей здравоохранения производить по каждому кварталу. Для этого можно воспользоваться квартальной статистической отчетностью или данными регистров по проблемным направлениям здравоохранения.

2. Сформировать матрицу данных для множественно-регрессионного анализа из k-факторов плюс результат обобщенной оценки на n-отчетных периодов и построить линейную множественно-регрессионную модель.

3. Если исследователь при оценке результата множественно-регрессионного анализа убедится в наличии лишних факторов, то необходимо повторить расчет обобщенной оценки показателей за все отчетные периоды без исключенных факторов и вновь построить множественно-регрессионную модель.

4. Производится сравнение полученных коэффициентов регрессии нормализованной модели с ко-

эффицентами значимости по каждому фактору. Если исследователь в результате этого сравнения убедится в сильной непропорциональности их, то необходимо откорректировать коэффициенты значимости и повторить расчет обобщенной оценки показателей за все отчетные периоды без исключенных факторов и вновь построить множественно-регрессионную модель.

Такие итерации по пунктам 3 и 4 исследователь может выполнять несколько раз с целью приближения результата к желаемому.

#### 4. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Анализ динамики медицинских данных можно осуществляться целью:

- выявления тенденций и прогнозирования их изменения;
- выявления особенностей их изменения.

В практической работе часто используется программа **Excel**, которая позволяет графически представить в виде тренда результаты, полученные методом наименьших квадратов [2].

##### 4.1. Построение линии тренда

Линия тренда это графическое представление направления изменения ряда данных. Линии тренда позволяют графически отображать тенденции данных и прогнозировать их дальнейшие изменения. Подобный анализ называется также регрессионным анализом [2, 4, 5]. Используя регрессионный анализ, можно продлить линию тренда в диаграмме за пределы реальных данных для предсказания будущих значений.

Формулы, для вычисления линий тренда с помощью **Excel**:

###### 1. Линейная.

$$y = m x + b,$$

где  $m$  – угол наклона;

$b$  – координата пересечения оси абсцисс.

###### 2. Полиномиальная.

$$y = b + c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 + c_4 x^4 + c_5 x^5 + c_6 x^6,$$

где  $b, c_1 \dots c_6$  – константы.

###### 3. Логарифмическая.

$$y = c \ln x + b,$$

где  $c, b$  – константы,  $\ln$  – функция натурального логарифма.

###### 4. Экспоненциальная.

$$y = c e^{b x},$$

где  $c, b$  – константы,  $e$  – основание натурального логарифма.

###### 5. Степенная.

$$y = c x^b,$$

где  $c, b$  – константы.

Проверка близости значений линии тренда к физическим данным осуществляется вычислением значения  $R$  – квадрат:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST},$$

где

$$SSE = \sum (Y_i - \bar{Y}_i),$$

$$SST = (\sum Y_i^2) - \frac{(\sum Y_i)^2}{n},$$

$\bar{Y}_i$  - среднееарифметическое значение.

Значения  $R$  – квадрат лежат в пределах от 0 до 1. Чем ближе значение  $R$  – квадрат к единице, тем ближе значения линии тренда к физическим данным.

Для построения линии тренда необходимо проделать следующие шаги:

Шаг 1. Используя имеющиеся данные построить график (рис. 31).

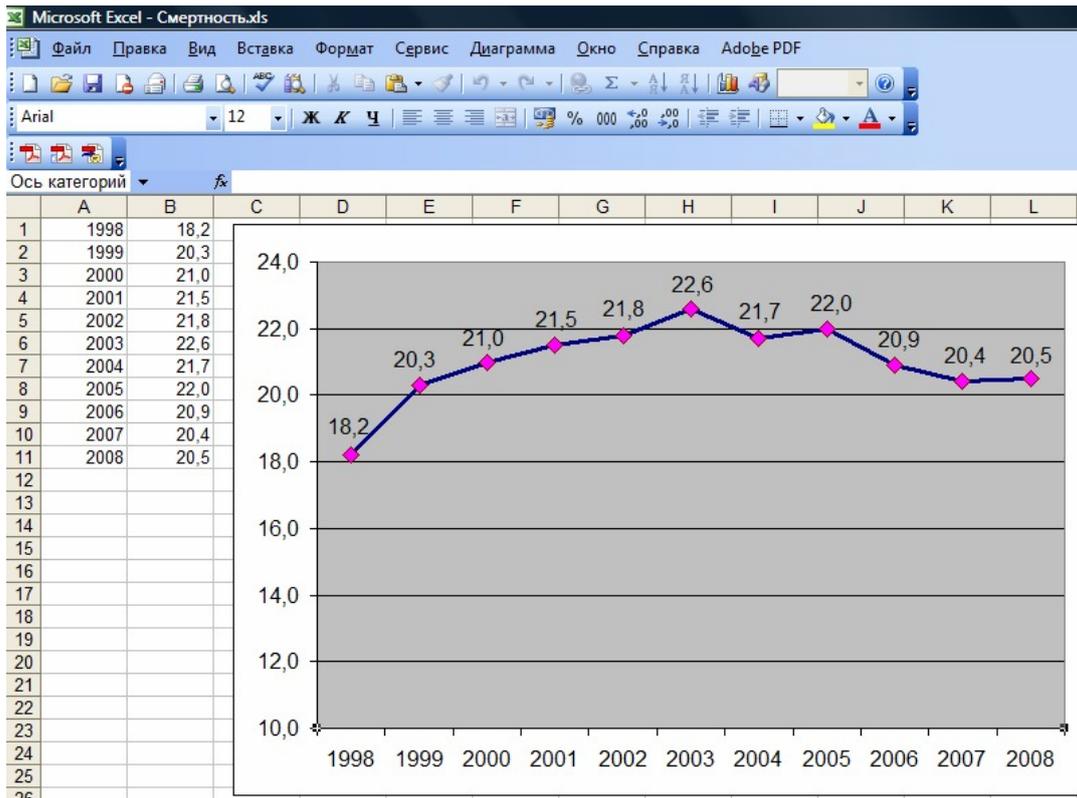


Рис. 31. Построение графика

**Шаг 2.** Осуществить переход к режиму добавления линии тренда (рис. 32).

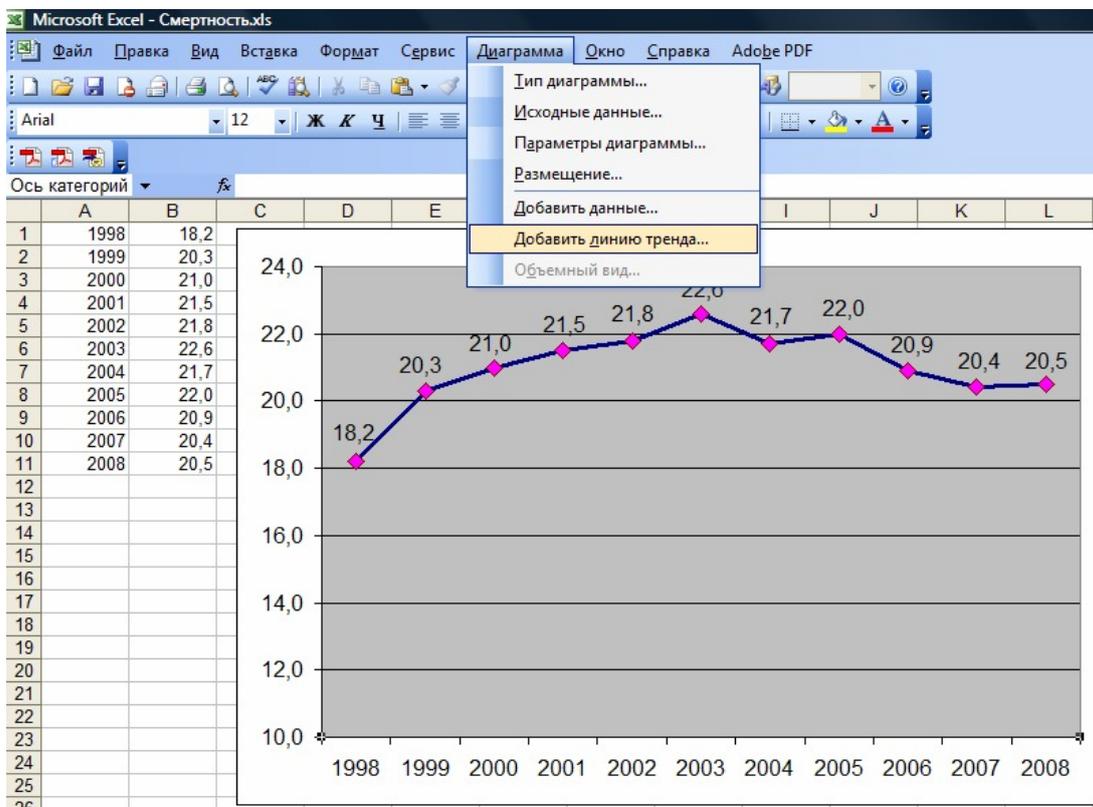


Рис. 32. Переход к команде добавления линии тренда

**Шаг 3.** Произвести выбор линии тренда. На рис. 33 показан выбор полиномиальной линии тренда пятой степени. Необходимо также перейти на вкладку «Параметры» и установить при необходимости логическую отметку на строке «поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации  $R^2$ », установить логическую отметку на строке «показать уравнение на диаграмме» и

вести прогноз, например, вперед на 1,0 период.

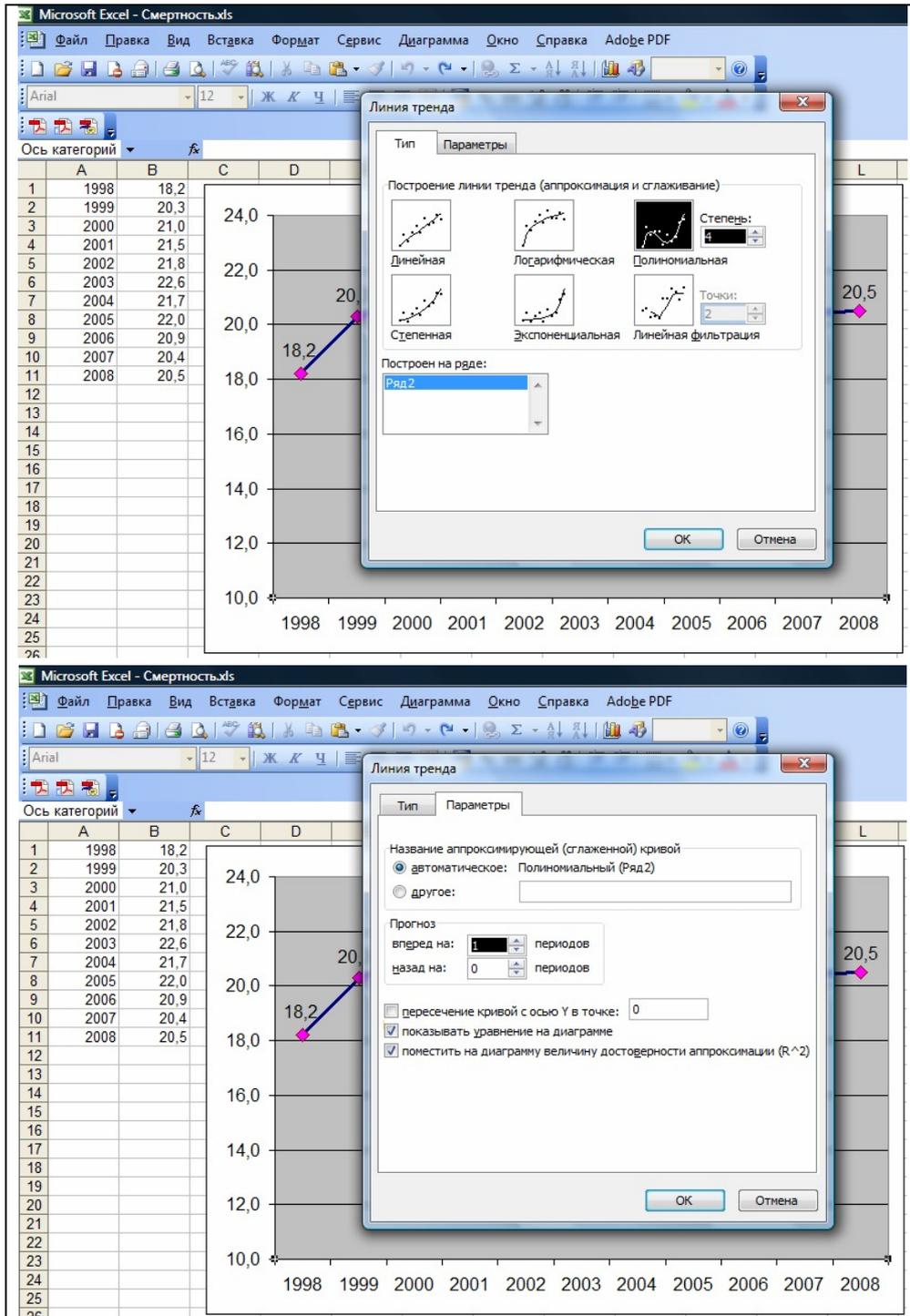


Рис. 33. Выбор линии тренда

Шаг 4. Отформатировать полученный результат (рис. 34).

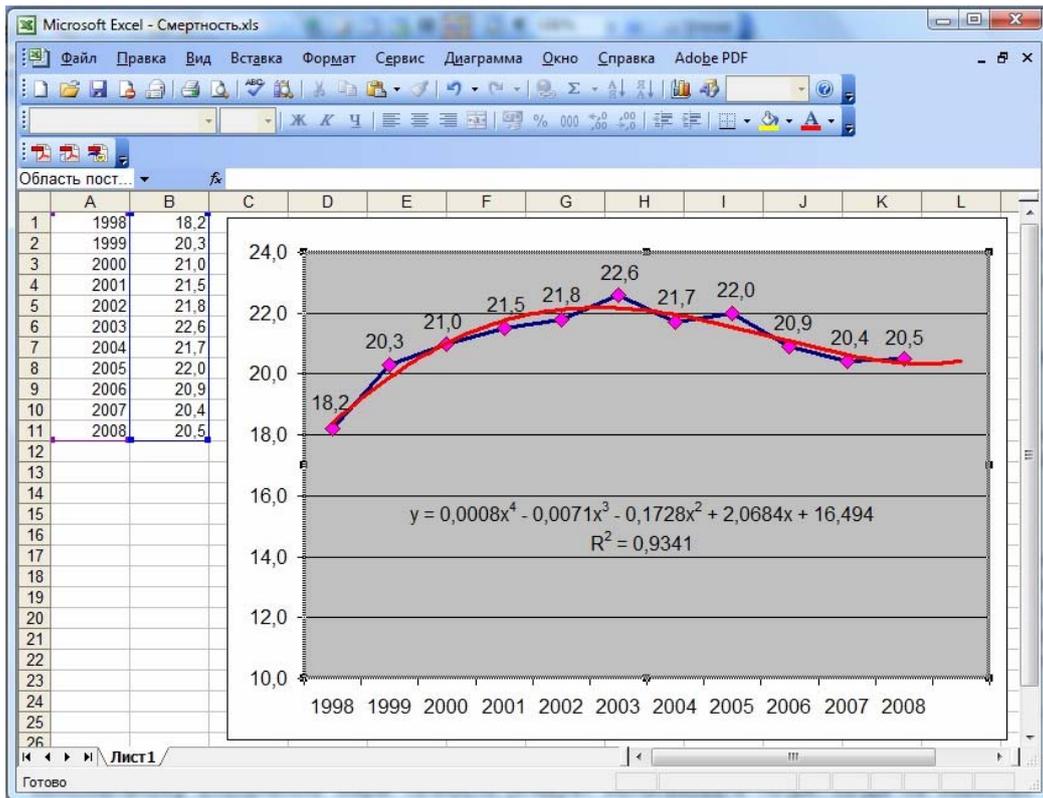


Рис. 34. Размещение на диаграмме уравнения и прогноза

Оценивая полученный результат (в данном случае это смертность населения Тульской области по показателям на 1000 населения), видна незначительная тенденция к увеличению показателя, что во многом определяется разными знаками коэффициентов при  $x$  (суть скорости изменения) и при  $x^2$  (суть ускорения).

Применительно к результатам обобщенной оценки показателей здравоохранения (глава 2) можно оценить ожидаемый результат в следующем году.

Особенности использования метода наименьших квадратов для экстраполяции данных:

1. Чем больше исходных данных, тем выше точность расчетов.

Увеличить число данных можно за счет охвата большего числа годов или уменьшения временного интервала (вместо данных за год использовать данные за каждый квартал, что возможно при введении регионального регистра смертности).

2. Стабильность параметров, определяющих природу данных.

Если в рассматриваемом периоде времени произошли заметные изменения, которые сказались на величинах исходных данных, то расчет будет не корректным. В рассматриваемом примере таким изменением может быть перепись населения, в результате которой была уточнена численность населения. Возможное скачкообразное изменение численности населения повлечет изменение показателей смертности населения (поскольку численность присутствует в знаменателе показателя), что скажется на точности расчетов. Если в расчете будут использованы абсолютные значения (т.е. число умерших лиц), то демографические данные не будут влиять на результат.

3. Знание характера процесса позволяет более удачно выбрать расчетную формулу и за счет этого повысить точность расчетов.

#### 4.2. Детальный анализ динамики показателей здравоохранения

Идеология сравнительной оценки, используемая в различном виде для обобщенной оценки показателей здравоохранения (глава 2), может быть в определенной степени быть трансформирована в анализ динамики.

Для руководителя в ряде случаев важным является выявление таких показателей, динамика которых выделяет их на фоне других. Постановку такой задачи можно пояснить на примере. Имеем статистические данные по смертности населения в целом по области и ее муниципальных образований (рис. 35). Необходимо количественно оценить динамику каждого муниципального образования в сравнении с динамикой по области [6].

##### 4.2.1. Алгоритм анализа

Предлагаемый алгоритм, с использованием разностей  $g$ -порядка, заключается в следующем:

1. Оценивается отклонение районных показателей от средних показателей по области, для чего:

1.1. Вычисляется отклонение  $A_i$  и  $B_i$  по каждому году  $i$  для каждого района (абсолютное значение раз-

ности) при условии  $X_i > Y_i$ , (где  $X_i$  – значение районного показателя,  $Y_i$  – значение областного показателя), что при выполнении условия характеризует отклонение  $A_i$  как ухудшение рассматриваемого показателя, а при не выполнении условия характеризует отклонение  $B_i$  как улучшение рассматриваемого показателя (поясняется табл. 7).

Муниц_обр	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Тула	15.7	18.1	18.4	19.4	19.6	20.2	19.0	19.3	18.8	17.9	18.1
Донской	17.7	21.4	22.1	22.6	21.6	22.7	22.0	22.6	21.2	21.9	20.5
Алексинский	18.3	19.8	20.8	22.4	22.8	22.6	21.8	22.4	20.5	21.3	21.1
Арсень_кий	21.0	23.5	21.6	22.3	22.0	23.8	25.0	28.0	24.3	21.2	19.6
Белевский	24.0	25.9	27.9	27.7	26.7	30.2	29.2	28.2	27.0	27.4	26.0
Богород_кий	21.3	23.5	23.1	21.3	22.3	23.6	24.2	24.1	21.8	22.7	20.0
Веневский	18.9	24.0	23.5	21.4	21.4	23.7	23.3	24.6	22.0	21.7	22.0
Воловский	21.4	21.9	20.1	23.7	23.5	30.5	27.0	24.9	23.4	20.5	22.3
Дубенский	25.1	25.2	24.7	23.2	24.5	25.4	25.7	23.4	21.1	23.6	22.0
Ефремовский	18.5	19.5	20.2	21.1	21.7	22.7	21.8	22.9	21.7	20.7	24.9
Заокский	21.5	20.9	20.5	21.1	22.3	23.7	21.0	21.3	21.3	19.8	20.7
Каменский	18.6	21.5	20.5	20.8	22.3	21.6	22.4	24.0	21.7	21.1	24.0
Кимовский	20.6	21.8	24.2	26.2	27.1	26.8	27.1	26.4	27.8	23.2	22.7
Киреевский	18.3	20.1	22.4	22.9	23.3	24.7	23.7	22.6	22.1	21.1	18.5
Куркинский	19.3	23.4	26.8	22.9	23.0	25.5	25.0	25.7	21.4	22.4	24.4
Ленинский	18.9	21.2	21.9	23.3	23.1	23.3	20.7	22.1	19.8	19.8	20.1
Новомоск	17.0	18.5	19.9	19.9	20.5	20.1	20.1	19.5	20.2	18.9	18.7
Одоевский	21.8	23.6	26.1	26.4	25.8	27.7	26.9	26.3	23.0	23.2	23.0
Плавский	18.0	20.2	21.5	20.7	23.7	21.7	21.2	22.2	18.8	19.8	19.4
Суворовский	22.6	23.7	25.5	26.2	26.3	28.8	26.7	26.3	26.3	24.5	23.8
Тепло-Огар	17.0	19.5	22.0	21.4	22.3	23.0	21.4	23.6	20.4	22.3	21.9
Узловский	19.2	21.6	22.0	22.5	23.1	23.3	22.5	22.8	20.1	21.5	19.8
Чернский	22.4	22.1	24.1	23.8	24.4	26.4	28.1	25.2	25.2	24.1	19.0
Щекинский	19.7	22.8	22.7	23.6	24.1	24.5	23.0	24.3	23.0	22.9	21.3
Ясногорский	19.2	21.8	22.9	21.5	23.2	26.3	25.2	24.9	23.4	21.9	22.2
Тул обл	18.2	20.3	21.0	21.5	21.8	22.6	21.7	22.0	20.9	20.4	20.5

Рис. 35. Исходный массив данных по смертности населения Тульской области

Таблица 7

Вычисление отклонений			
Переменная	Условие	Присваивается при выполнении условия	Присваивается при невыполнении условия
$A_i$	$X_i > Y_i$	$ Y_i - X_i $	0
$B_i$	$X_i > Y_i$	0	$ Y_i - X_i $

1.2. Вычисляется сумма по годам для каждого района:

$$S_A = \sum_{i=1}^n A_i$$

$$S_B = \sum_{i=1}^n B_i$$

где  $n$  – число столбцов с данными (в рассматриваемом примере  $n = 8$ ).

1.3. Вычисляются коэффициенты  $K_{10}$  и  $K_{20}$  (можно ограничиться одним из них), характеризующие долю ухудшения показателей:

$$K_{10} = \frac{S_A}{S_A + S_B},$$

$$K_{20} = \frac{S_B - S_A}{S_A + S_B}$$

2. Оценивается отклонение разностей первого порядка районных показателей от средних показателей по области, для чего:

2.1. Вычисляются разности первого порядка для каждого района:

$$X_{i+1,i} = X_{i+1} - X_i$$

$$Y_{i+1,i} = Y_{i+1} - Y_i$$

Отрицательные значения  $X_{i+1,i}$  и  $Y_{i+1,i}$  характеризуют улучшение ситуации, положительные – ухудшение.

2.2. Вычисляется отклонение  $A_i$  и  $B_i$  по каждому году  $i$  для каждого района (абсолютное значение разности) при условии, указанном в табл. 8, (где  $X_{i+1,i}$  – разностное значение районного показателя,  $Y_{i+1,i}$  – разностное значение областного показателя), что при выполнении условия характеризует отклонение  $A_i$  как ухудшение рассматриваемого показателя, а при не выполнении условия характеризует отклонение  $B_i$  как улучшение рассматриваемого показателя.

Вычисление отклонений разностных значений

Переменная	Условие	Присваивается при выполнении условия	Присваивается при не выполнении условия
$A_i$	$((Y_{i+1,j} > 0 \wedge X_{i+1,j} > 0) \vee (Y_{i+1,j} < 0 \wedge X_{i+1,j} < 0)) \wedge (Y_{i+1,j} - X_{i+1,j} < 0) \vee (Y_{i+1,j} < 0 \wedge X_{i+1,j} \geq 0)$	$ Y_{i+1,j} - X_{i+1,j} $	0
$B_i$	то же	0	$ Y_{i+1,j} - X_{i+1,j} $

где  $\wedge$  - конъюнкция высказываний;  $\vee$  - дизъюнкция высказываний.

2.3. Вычисляется сумма по годам для каждого района:

$$S_A = \sum_{i=1}^m A_i$$

$$S_B = \sum_{i=1}^m B_i$$

где  $m = n - r$  (на данном шаге  $m = 8 - 1 = 7$ ),

$r$  – порядок разности, равный 1, 2, ... г.

2.4. Вычисляются коэффициенты  $K_{1r}$  и  $K_{2r}$  (можно ограничиться одним из них), характеризующие долю ухудшения показателей:

$$K_{1r} = \frac{S_A}{S_A + S_B}$$

$$K_{2r} = \frac{S_B - S_A}{S_A + S_B}$$

где  $r$  – порядок разности, равный 1, 2, ... г (на данном шаге  $r=1$ ).

3. Оценивается отклонение разностей второго порядка районных показателей от средних показателей по области (а при необходимости – более высоких порядков), для чего повторяют операции 2.1 – 2.4 с исходными значениями, в качестве которых принимаются разности предыдущего порядка.

4. Результаты (коэффициенты  $K_{10}$ ,  $K_{20}$ ,  $K_{1r}$  и  $K_{2r}$ ) с одновременной сортировкой по возрастанию  $K_{20}$ ,  $K_{2r}$  или  $K_{10}$ ,  $K_{1r}$  сводятся в таблицу (рис. 36):

Назв. террит.	Исходные значения K10	K20	Разность 1 порядка K11	K21	Разность 2 порядка K12	K22
Куркинский	1.00000	-1.00000	0.57609	-0.15217	0.49791	0.00418
Ясногорский	1.00000	-1.00000	0.53933	-0.07865	0.48696	0.02609
Кимовский	1.00000	-1.00000	0.49342	0.01316	0.50638	-0.01277
Белевский	1.00000	-1.00000	0.48515	0.02970	0.46108	0.07784
Щекинский	1.00000	-1.00000	0.44776	0.10448	0.35789	0.28421
Суворовский	1.00000	-1.00000	0.44086	0.11828	0.50746	-0.01493
Одоевский	1.00000	-1.00000	0.43529	0.12941	0.50000	0.00000
Дубенский	1.00000	-1.00000	0.33125	0.33750	0.50725	-0.01449
Воловский	0.97010	-0.94020	0.47009	0.05983	0.54867	-0.09735
Веневский	0.96988	-0.93976	0.53333	-0.06667	0.40909	0.18182
Богород_кий	0.96196	-0.92391	0.35000	0.30000	0.40994	0.18012
Арсень_кий	0.96121	-0.92241	0.38788	0.22424	0.43478	0.13043
Чернский	0.95935	-0.91870	0.34759	0.30481	0.44531	0.10938
Донской	0.89706	-0.79412	0.53731	-0.07463	0.33684	0.32632
Узловский	0.85714	-0.71429	0.37681	0.24638	0.41026	0.17949
Киреевский	0.83333	-0.66667	0.36709	0.26582	0.39474	0.21053
Каменский	0.81667	-0.63333	0.62400	-0.24800	0.55495	-0.10989
Алексинский	0.78431	-0.56863	0.54237	-0.08475	0.51515	-0.03030
Ефремовский	0.76667	-0.53333	0.77333	-0.54667	0.80233	-0.60465
Заокский	0.67778	-0.35556	0.34653	0.30693	0.63359	-0.26718
Ленинский	0.67368	-0.34737	0.42029	0.15942	0.50000	0.00000
Тепло-Огар	0.59794	-0.19588	0.63265	-0.26531	0.47399	0.05202
Плавский	0.29213	0.41573	0.46512	0.06977	0.48760	0.02479
Тула	0.00000	1.00000	0.51724	-0.03448	0.47917	0.04167
Новомоск	0.00000	1.00000	0.46250	0.07500	0.51034	-0.02069

Рис. 36. Результат расчета

В результате расчетов по изложенному алгоритму динамика изменения статистических показателей с исходной обобщенной оценкой показателей, основанной на суммировании уровней отклонения фактических значений показателей от областных показателей ( $K_{10}$ ,  $K_{20}$ ), характеризуется обобщенной оценкой скорости ( $K_{11}$  и  $K_{21}$ ) и ускорения ( $K_{12}$  и  $K_{22}$ ) изменения отклонения фактических значений от областного уровня. При этом следует учитывать, что все качественные оценки "лучше" и "хуже" ( $K_{1r} \in [0;1]$  и  $K_{2r} \in [-1;1]$ ) справедливы лишь для тех параметров, рост которых соответствует ухудшению ситуации (смертность, заболеваемость и т.п.). В противном случае, если рост анализируемого параметра соответствует улучшению ситуации (например, рождаемость), эти оценки следует изменить на противоположные (т. е. отклонения А и В, а также их суммы  $S_A$  и  $S_B$ , меняются местами).

Особенности используемого алгоритма:

1. Вычисление отклонений разностных значений осуществляется для каждого года, а затем эти отклонения разделяются на ухудшающие и улучшающие отклонения для последующего суммирования.

2. Логические условия ухудшающих отклонений (табл. 8) для каждого разностного значения включают в себя следующие составляющие:

- значения по области Y и по району X при одновременном выполнении условий:  $Y > 0$ ,  $X > 0$ ,  $Y - X < 0$  (соответствует превышению тангенса угла наклона районного вектора над областным);

- значения по области Y и по району X при одновременном выполнении условий:  $Y < 0$ ,  $X < 0$ ,  $Y - X < 0$  (соответствует превышению наклона районного вектора над областным);

- значения по области Y и по району X при одновременном выполнении условий:  $Y < 0$ ,  $X \geq 0$  независимо от разности Y-X соответствует превышению наклона районного вектора над областным.

3. Коэффициент  $K_{2r} \in [-1;1]$  разделяет пространство отклонений на две половины: отрицательные и положительные значения, в то время как  $K_{1r} \in [0;1]$  показывает долю ухудшения.

Полученный результат (рис. 36) позволяет оценить ситуацию и приступить к более детальному анализу. Детальное изучение ситуации, как правило, требует дополнительных данных, которые имеются в регистрах, создаваемых, прежде всего, по проблемным направлениям здравоохранения.

#### 4.2.2. Программа анализа динамики

Изложенный алгоритм реализован в виде программы (**Grid\_am.exe**, Visual C++), внешний вид которой показан на рис. 37.

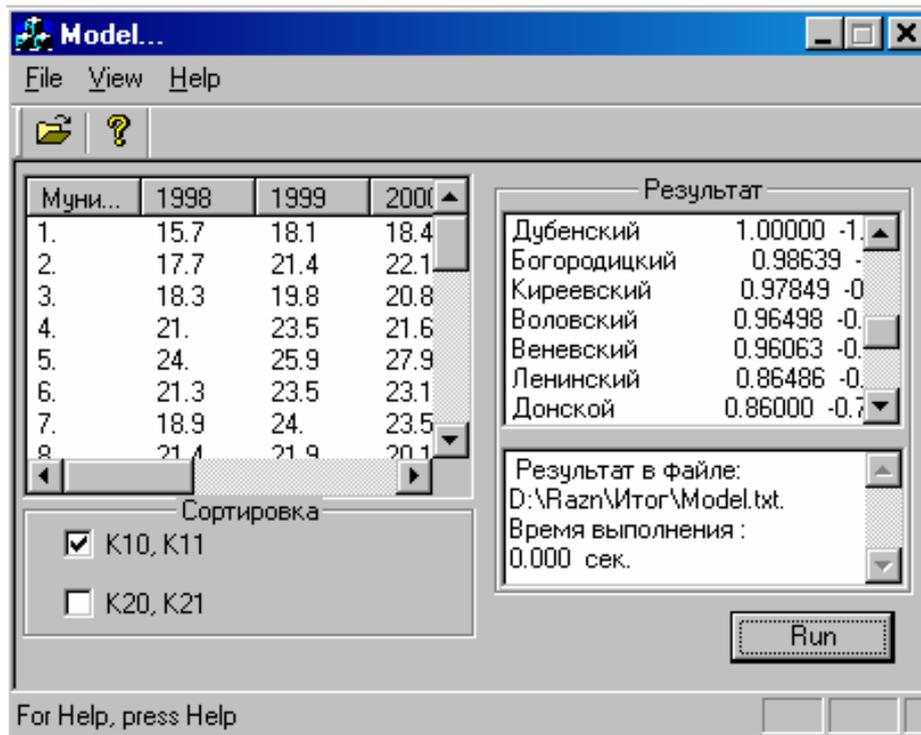


Рис. 37. Программа оценки динамики статистических показателей

Входная информация (рис. 35) в виде файла в текстовом формате (с расширением .txt) с данными, разделенными табуляцией, импортируются в программу. При этом первая строка представляет собой заголовок (в рассматриваемом примере – названия районов области и года), а последняя – обобщенные данные (в рассматриваемом примере – показатели по области). Строки с данными разделены Enter.

Выходная информация (рис. 36) автоматически размещается в папке, где находился файл с входной информацией, после выполнения расчетов (нажатии кнопки **Run**).

## 5. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ

### 5.1. Общие сведения

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. С общей точки зрения систему можно применять как средство, согласующее информационные каналы исследуемого объекта и пользователя [8, 9].

АМКЛ предназначено для многофакторного анализа в различных областях знаний [8]. В медицине и биологии чаще всего АМКЛ используют в аналитических расчетах для выявления причинно-следственных связей. Примером аналитических работ могут служить проблематика диссертационных работ по рождаемости, смертности, шунгитовой породе, листериозу.

Алгоритм АМКЛ отдаленно напоминает синтез цифровых автоматов с нахождением тупиковой дизъюнктивной формы и по этой причине использует ее терминологию [10]. Только в данном случае факторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$  представлены любыми числовыми значениями, а не только 0 или 1.

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 представлен набором импликант, в которых факторы с пределами определения объединены через знак конъюнкции «&» с другими факторами (в случае сочетанного воздействия) с указанием мощности (W) 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 импликанты):

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

Следующим шагом является интерпретация результата, которой помогает графическая отображение результата и различные методики, в частности, выделения наиболее значимых результирующих импликант. На данном этапе пользователь должен оценить результаты и пояснить их природу.

Алгоритм АМКЛ весьма сложен для восприятия (приложение 3), однако программное обеспечение очень доступно для пользователя. При этом важно отметить, что процедура расчета не требует обучения программы.

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

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.

Алгоритм АМКЛ постоянно совершенствуется [3, 4].

## 5.2. Программа АМКЛ

Характеристика:

Число переменных анализируемого массива данных ..... 254.

Число анализируемых записей ..... без ограничений.

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

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.

Порядок работы с программой:

### 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

Рис. 38. Пример входного массива данных

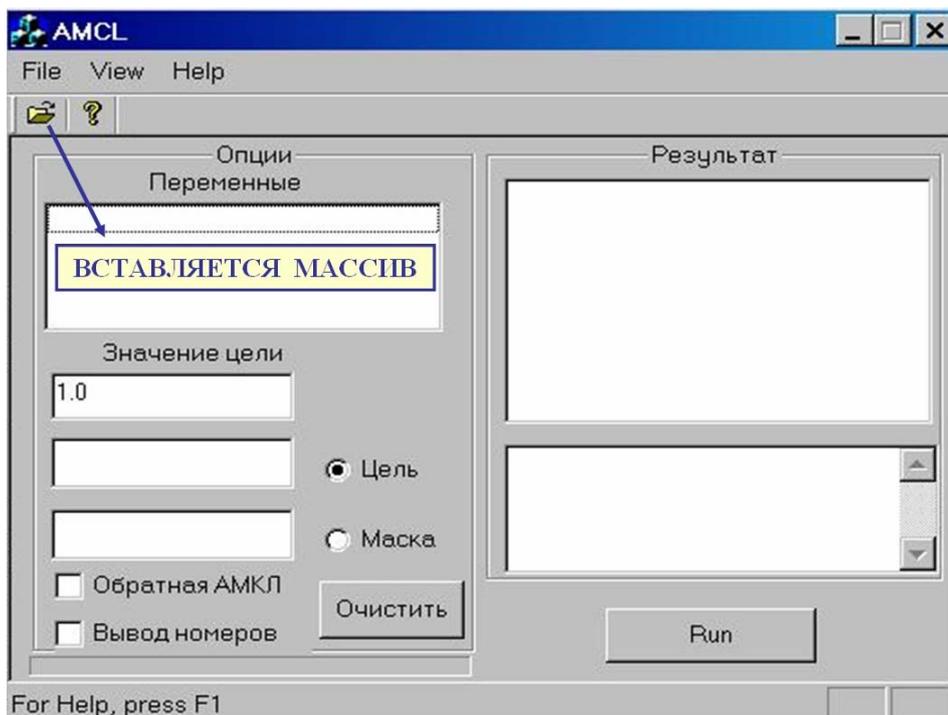


Рис. 39. Переход к загрузке входного массива данных

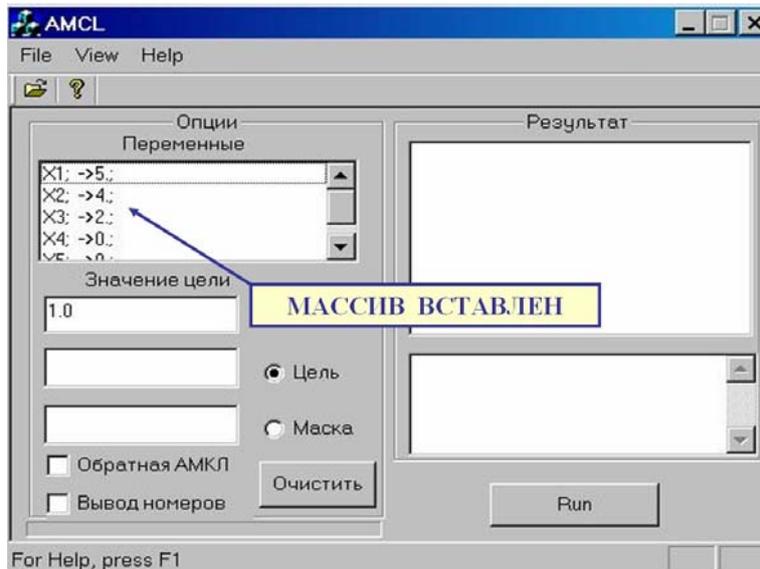


Рис. 40. Состояние программы после загрузки входного массива данных

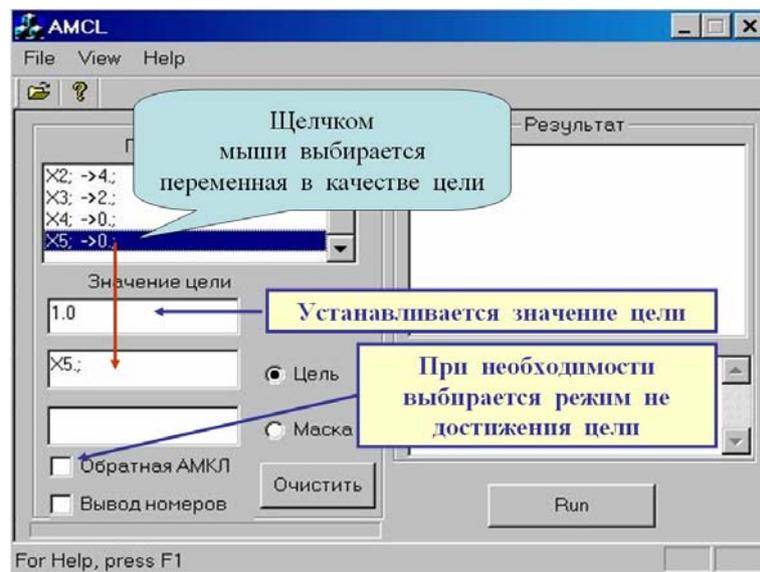


Рис. 41. Ввод цели анализа

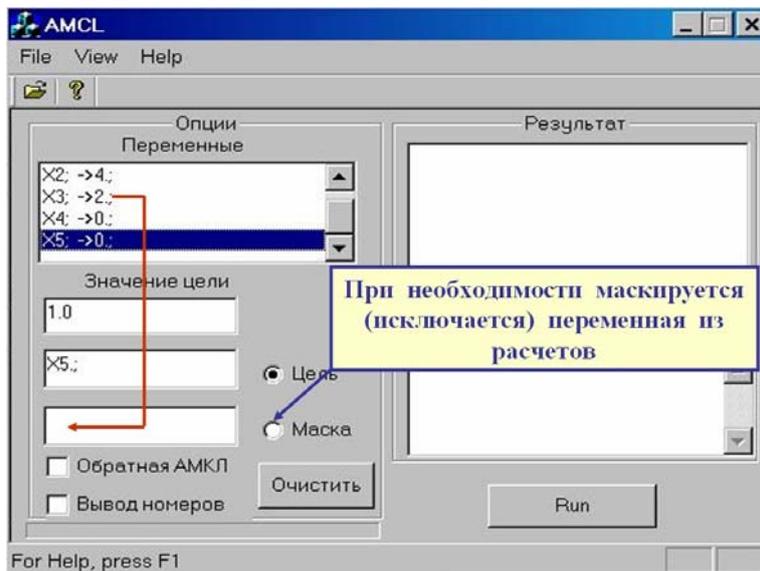


Рис. 42. Исключение переменной из расчета

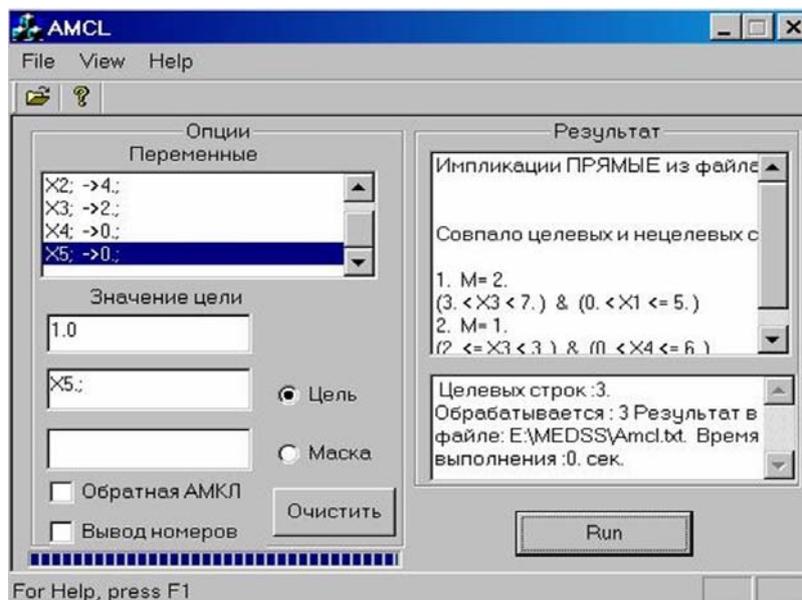


Рис. 43. Состояние программы после нажатия кнопки **Run**

После загрузки массива и нажатия кнопки **Run** выполняется расчет (рис. 38-43), который выводится в окна программы и одновременно формируется результирующий файл, который помещается программой по месту расположения входного массива данных.

В результате проведенных расчетов исследователь имеет набор логических выражений, каждое из которых представлено набором переменных (или одной переменной) с указанием области определения и мощности или оценки, т. е. общего числа выводов определенного вида, вычисленных из массива данных. Эти выводы непротиворечиво соответствуют заданной цели исследования. Чем больше оценка, тем чаще встречается данный вывод; с точки зрения теории управления такие выводы более устойчивы (надежнее).

Указанные логические выражения ранжированы по мере убывания мощности.

Если в полученных выражениях исследователь увидит мощность, которая выделяется на фоне других, то тогда это воздействие наиболее существенно во столько раз, во сколько его мощность больше других.

Наличие в результате малых оценок чаще всего указывает на отрицательный результат, хотя в природе могут встречаться такие процессы, которые зависят понемногу от многих факторов.

### 5.3. Алгоритм построения алгебраических моделей конструктивной (интуитивистской) логики

Алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) в полном общем виде приведена в приложении 3. Особенности АМКЛ, аспекты его использования и совершенствования изложены в литературе [2, 7-9, 20, 21, 24-26]. Учитывая сложность алгоритма, дальнейшее его пояснение будет производиться по упрощенной схеме на тестовом примере.

Вычисления с помощью АМКЛ сводятся к построению совокупности тупиковых дизъюнктивных нормальных форм. Программа обрабатывает входные данные в виде прямоугольной таблицы *показателей* размера  $[m \times n]$ :

$$\begin{array}{cccc} x[1,1] & x[1,2] & \dots & x[1,n] \\ x[2,1] & x[2,2] & \dots & x[2,n] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x[m,1] & x[m,2] & \dots & x[m,n] \end{array} \quad (1)$$

где показатели - это вещественные числа;

$$n = 1, 2, 3, \dots;$$

$$m = 1, 2, 3, \dots$$

Желательно (но не обязательно) выполнение условия  $m > 2n$ .

Для удобства в работе столбец (столбцы) *целей* включен в таблицу показателей.

Если в качестве примера взять реакционную смесь компонентов в химическом реакторе, то столбцы показателей могут отражать концентрацию исходных компонентов в течение времени, а целевые столбцы наличие в конечном продукте того или иного свойства (или его отсутствие). Идя по столбцу компонента сверху вниз, мы видим изменение его концентрации во времени. Столбец цели отражает изменение во времени конкретного свойства выходного продукта.

Итак, один или несколько столбцов исходной таблицы являются целевыми. Остальные - столбцы показателей.

Для удобства дальнейших вычислений несколько целевых столбцов преобразуются в один содержащий только нули и единицы.

Делается это следующим образом. Каждый целевой столбец сортируется по возрастанию и находится его среднее арифметическое. Все числа столбца выше или равные среднему полагаются равными единице, ниже – равными 0. Пусть набор из 3-х неких гипотетических свойств конечного продукта выглядит так: 1, 0, 1. Тогда при просмотре 3-х целевых столбцов, встречая такой набор параметров в одной строке, мы называем такую строку *целевой*. Пользователь по своему желанию может присвоить единицы целевым величинам в определенном диапазоне вещественных значений.

Другие строки – *не целевые*. На практике число целевых строк много меньше числа не целевых. Это, как мы увидим ниже, дает возможность АМКЛ более корректно вычислять диапазоны допустимых изменений переменных в модели.

Для удобства формируется одна колонка цели из 0 и 1. Пусть, например, в просматриваемой строке целевые переменные находятся в комбинации 1, 0, 1, то в колонке цели для данной строки пишут 1, если не такая комбинация – пишут 0. Таким путем формируется весь конечный целевой столбец.

Иногда имея в исходной таблице только один целевой столбец из вещественных чисел полезно его разбить с помощью медианы на 1 и 0. Эта процедура назовем *квантованием* цели. Можно проквантовать цель на большее, чем 2 число ступеней.

После получения одного конечного столбца цели нужно исключить из дальнейших расчетов столбцы, послужившие источником для ее получения. Эта процедура называется *маскированием*. Программа при получении нескольких переменных в качестве цели автоматически формирует одну колонку и маскирует выбранные переменные. Пользователь может замаскировать и некоторые столбцы показателей, если они несут служебную нагрузку (например, идентификационный номер пациента) или необходимо выяснить, как влияет отсутствие данного параметра на конечный результат вычислений.

Рассмотрим на примере вычисление АМКЛ. Пусть таблица показателей и целей имеет вид (см. также рис. 38):

Строка	Показатели				Цель
	x1	x2	x3	x4	
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

Столбец с номерами строк принят для удобства. Будем вычислять *прямую* АМКЛ, где целевые значения приведены в колонке цели. При вычислении *обратной* АМКЛ значения целей инвертируют. Вычисления прямой и обратной АМКЛ не отличаются.

Строки 2, 5, 6 – целевые. Строки 1, 3, 4, 7 – не целевые.

1. Начинаем с целевой строки 2 с переменными  $x_1(5)$   $x_2(5)$   $x_3(4)$   $x_4(4)$ . Сравниваем последовательно значения переменных в этой строке с аналогичными: в первой не целевой, ниже – 3-ей. Наша задача найти наименьший интервал изменения переменных целевой строки при просмотре не целевых строк. Выбор не целевых строк для просмотра будем делать следующим образом. Вначале вниз, потом вверх, увеличивая амплитуду “шагов”, просматривая, таким образом, все не целевые строки. Этот прием повторяем для всех целевых строк. Еще одно правило: интервал у переменной всегда должен сужаться. Это означает, что значения границ интервала должны располагаться, возможно, ближе на числовой оси к значению рассматриваемой переменной из целевой строки. Такой колебательный порядок сканирования устраняет влияние “длинных волн” шума, возможно наложившегося на входные данные. Сопоставление целевой строки со своей *окрестностью* позволяет частично избежать влияния *скрытых переменных*, которые медленно эволюционируют во времени.

2. Условно изобразим полученные интервалы для первого сканирования:

$$(2 < x_1(5) \leq 5); \quad (5 = x_2(5) < 6); \quad (3 < x_3(4) \leq 4); \quad (3 < x_4(4) \leq 4).$$

Величина переменной в скобках не дает забыть, с какой стороны нужно писать знак неравенства при изображении интервала. Как видим, некоторые границы интервалов, которые пока неизвестны на данной стадии расчета, мы приравняли величине самой переменной (знак  $\leq$  у переменной  $x_1$ ) и т. д.

3. Теперь перемещаемся вверх на первую верхнюю не целевую строку (номер 1). Получаем интервалы:

$$(2 < x_1(5) = 5); \quad (4 < x_2(5) < 6); \quad (3 < x_3(4) \leq 4); \quad (3 < x_4(4) \leq 4)$$

У переменной  $x_1$  правый интервал равен самой переменной. Не путайте этот случай с условным присвоением значения границе, о котором говорилось выше. В этом случае действует правило (а): весь столбец с переменной  $x_1$  вычеркивают и для данной целевой строки он в расчетах на данном этапе не используется. У переменной  $x_3$  левый интервал не изменился, т.к. число 2 в верхней не целевой строке отстоит дальше на числовой оси от 4, чем прежнее значение 3.

4. На очереди внизу не целевая строка 4. Имеем следующие интервалы:

$$x_1 - \text{вычеркнута}; \quad (4 < x_2(5) = 5); \quad (3 < x_3(4) < 7); \quad (3 < x_4(4) = 4).$$

По правилу(а) столбцы  $x_2$  и  $x_4$  вычеркиваем.

5. При сканировании вверх нет очередной не целевой строки.

6. Сканируем вниз на не целевую строку 7.

$$x_1 - \text{вычеркнута}; \quad x_2 - \text{вычеркнута}; \quad (3 < x_3(4) = 4); \quad x_4 - \text{вычеркнута}.$$

По правилу (а) нужно вычеркнуть столбец  $x_3$ , но тут действует другое правило (б): если вычеркиваемый интервал последний для данной целевой строки, то он остается таким, каким был до этого шага.

Итак, остался только интервал для целевой строки 2:

$$(3 < x_3(4) < 7).$$

7. Проверяем утверждение (в): если значения переменной  $x_3$  во всех не целевых столбцах лежат *вне* интервала  $3 < x_3 < 7$ , то наша гипотеза (пока не полученная) верна. Заметим для себя, что границы интервала для  $x_3$  при проверке гипотезы полагаются закрытыми, т.е.  $(3 \leq x_3(4) \leq 7)$ .

Просматриваем колонку  $x_3$  сверху вниз по не целевым строкам. Видим, что в 7-ой строке 4 лежит внутри данного интервала. Значит - пока гипотеза не верна. Помечаем 7-ую строку (ниже увидим зачем). Проверяем, каким целевым строкам удовлетворяет интервал изменения  $x_3$ . Это строки 2 и 5. Итак, целевая строка 2, пока дала результат:

$$3 < x_3 < 7; \quad W=2; \text{ строки 2, 5} \quad (3)$$

Это означает, что интервал изменения  $x_3$  "покрывает" две целевые строки: 2-ую и 5-тую. В таком случае говорят, что *мощность*  $|W|$  импликации (3) равна 2.

8. Далее продолжаем работать со следующими данными:

Строка	Показатели				Цель
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	
2	5	5	4	4	1
7	0	3	4	6	0

Она состоит из целевой строки 2 исходной таблицы и, помеченной нами ранее, 7-ой не целевой строки, где не выполнилось утверждение (в). Если было бы помечено несколько не целевых строк, то эта таблица их содержала бы.

Интервалы, полученные по уже известной методике, имеют вид:

$$(0 < x_1(5) \leq 5); \quad (3 < x_2(5) \leq 5); \quad x_3\text{-вычеркиваем}; \quad (4 \leq x_4(4) < 6)$$

Мощности – соответственно равны:

$$3 \text{ (max)}; \quad 2; \quad 2.$$

Обратите еще раз внимание на вычеркивание  $x_3$ . Эта переменная уже вошла в импликацию (3) и это является причиной вычеркивания. Случайное равенство чисел в целевой  $x_3(4)$  и не целевой  $x_3(4)$  строках, и служившее ранее причиной вычеркивания столбца, в данном случае не имеет значения.

9. Для второй строки окончательно имеем:

$$3 < x_3 < 7; \quad W=2; \text{ строки 2, 5}; \\ 0 < x_1 \leq 5; \quad W=3; \text{ строки 2, 5, 6}; \quad (3)$$

В данном случае выполнено еще одно правило (д): в выражении (3) оставили интервал с переменной  $x_1$  имеющий *max* мощность 3. Если таких интервалов несколько, то оставляем самый левый. Это упрощение сокращает время выполнения программы.

Повторим все эти вычисления для следующей целевой строки 5. Получим:

$$5 < x_2 \leq 6; \quad W=1; \text{ строка 5}; \\ 3 < x_3 \leq 4; \quad W=2; \text{ строки 2, 5}; \quad (4)$$

Для целевой строки 6:

$$2 \leq x_3 < 3; \quad W=1; \text{ строка 6}; \\ 0 < x_4 \leq 6; \quad W=3; \text{ строки 2, 5, 6}; \quad (5)$$

Теперь проведем процедуру *упорядочивания* полученных импликаций.

Запишем выражения (3), (4), (5) в виде настоящих импликаций:

Из (3) получим:

$$(3 < x_3 < 7) \& (0 < x_1 \leq 5); \quad W=2; \text{ строки 2, 5}; \quad (6)$$

Видим, что строка 6 исчезла, так как конъюнкция из двух интервалов покрывает только целевые строки 2 и 5.

Из (4) получим:

$$(5 < x_2 \leq 6) \& (3 < x_3 \leq 4); \quad W=1; \text{ строка 5}; \quad (7)$$

Эта конъюнкция удовлетворяет только целевой строке 5, поэтому отбросили строку 2.

Из (5) получим:

$$(2 \leq x_3 < 3) \& (0 < x_4 \leq 6); \quad W=1; \text{ строка 6}; \quad (8)$$

Здесь отбросили целевые строки 2 и 5.

Вычеркивание переменных на этапе 7, уже вошедших в импликацию, не дает появляться одинаковым переменным в конъюнкциях.

Таким образом, упорядочивание заключается в сортировке импликаций по убыванию мощности.

Затем каждую следующую импликацию сравнивают с предыдущей по номерам строк, покрываемых ими. Если в следующей импликации все номера строк включены в номера предыдущей, то эта (следующая) импликация отбрасывается.

В нашем примере импликации (6), (7), (8), уже случайно расположились в порядке убывания мощности. Сравним (7) и (6). Строка 5 из (7) входит во множество строк импликации (6). Отбрасываем импликацию (7). Рассматриваем импликацию (8). Строка 6 не входит во множество строк (6). Оставляем импликацию (8).

На этом работа завершена. Получена АМКЛ из таблицы (2). Ее окончательный вид:

$$(3 < x_3 < 7) \& (0 < x_1 \leq 5); \quad W=2; \text{ строки 2, 5}; \\ (2 \leq x_3 < 3) \& (0 < x_4 \leq 6); \quad W=1; \text{ строка 6}. \quad (9)$$

Читать это выражение необходимо следующим образом: при указанных диапазонах колебаний переменных  $x_3$  и  $x_1$  мощность импликации равна 2 и она покрывает строки 2 и 5. Аналогично читается вторая импликация из выражения (9). В выражении (9) имеются 2 неравенства, объединенные через дизъюнкцию. Говорят, что *ранг* каждой импликации равен 2. Если после вычислений получается только одна импликация "покрывающая" все целевые строки, то можно подозревать наличие в исходной таблице колонки показателей, совпадающей или сильно коррелирующей с целевой колонкой. Импликации в хвосте списка с малой мощностью являются шумом, который порожден шумом исходных данных.

Процесс получения импликаций можно уподобить созданию "сита" для переменных. Ячейки "сита" могут только уменьшаться в процессе просмотра не целевых строк. Об этом напоминает правило о границах интервала, которые на числовой оси должны приближаться возможно ближе к значению переменной при просмотре очередной не целевой строки. В конце процесса мы получаем избирательное сито, пропускающее вначале только самые значимые переменные, характеризующиеся мощностью и местом в упорядоченном списке импликаций. Из этого понятна необходимость наличия в исходной таблице возможно большего числа не целевых строк. В этом случае размеры ячеек "сита" подбираются из большего набора альтернатив и поэтому более достоверны.

Для пользователя иногда важно изучить задачу от обратного. При выборе этой опции все целевые значения считаются не целевыми. Вычисления - аналогичны.

#### 5.4. Практические рекомендации пользователю

Особенности алгоритма и многолетняя практика работы с АМКЛ выработала у пользователей практические рекомендации [2, 9, 21, 26]:

- Целевой столбец и самые важные (информативные) столбцы исходной таблицы располагаются в ее начале (в первых номерах). Перестановка столбцов может изменить конечные выражения. Измененные выражения коснутся, прежде всего, тех импликант, мощность которых незначительная. Алгоритм не рассчитан на просмотр всех возможных вариантов конечных выражений: выбирается тот, который получается первым. Среди разных вариантов нет неправильных, поскольку один и тот же результат можно представить различным образом.
- Расчет, даже на современной вычислительной технике, занимает для больших баз данных много времени: от нескольких минут до нескольких часов. Расчет от *обратного* (цель не достигается) занимает во много раз больше времени, чем *прямой* расчет (цель достигается).
- Программа исключит из расчета те целевые и не целевые строки, которые совпадают. Таким образом, алгоритм не допускает неопределенностей: достижения цели взаимоисключающими сочетанными воздействиями. В здравоохранении (как видно из аналитических расчетов, данных в приложениях) сочетанные воздействия носят вероятностный характер. Это является серьезным ограничением для АМКЛ, так как он не допускает *прямого* и *обратного* расчета при одном и том же сочетанном воздействии с последующим сравнением (вычитанием) мощностей, как можно наблюдать в аналитических расчетах с использованием кросс – табуляции многомерной дихотомии (или многомерного отклика). Тем не менее, для явно выраженных направлений анализа АМКЛ может детально представить взаимосвязи и количественно оценить их. На практике для исключения неопределенности, целесообразно не исключать целевые строки (так как они обладают большой ценностью для исследователя), а исключить не целевые строки, подсчитав их долю в общем количестве не целевых строк. Эта доля - суть потери точности расчета. При малых значениях с этим можно мериться.
- Излишнее число переменных приводит к уменьшению мощности результирующих импликант. Если уменьшить число переменных нельзя по сути анализа, а мощности результирующих импликант малы, то можно говорить о качестве регистра (идеологической не продуманности).
- Несомненным достоинством АМКЛ является его интуиция, которая для пользователя очень важна. При не достаточном объеме исходной информации алгоритм, находя область определения переменных в результирующих импликантах, логически покрывает недостаток информации. Это свойство АМКЛ имеет благодаря особенностям формирования пределов переменных непосредственно в пространстве предикатов.

#### 5.5. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики

Завершающим этапом аналитической работы является интерпретация результата, часто вызывающая у медицинского пользователя трудности. Для облегчения этой работы имеются различные рекомендации, графические представления результата и алгоритмы [9, 27].

Одним из таких приемов является обобщенная оценка результата, которую необходимо выполнять на первоначальном этапе интерпретации результата.

Обобщенная оценка необходима для того, чтобы ответить на следующие вопросы:

1. Какие результирующие импликанты следует считать наиболее значимыми?
2. Как сильно наиболее значимые импликанты выделяются на фоне остальных результирующих импликант?

3. На сколько эффективным следует считать выполненный аналитический расчет по своей пригодности для интерпретации полученной модели или для построения экспертной системы?

Рассмотрим обобщенную оценку на простом примере, в котором факторы  $X_i$  представлены в не сочетанном виде.

Таблица 9

**Аналитический материал по гестозам**  
(Хадарцева К.А., 2009)

Части	Сумма с накоплением снизу вверх	Результирующие импликанты	Сумма с накоплением сверху вниз
I	190	1. $W=24. (2.22 \leq X7 < 3.2)$	24
	166	2. $W=22. (77 < X4 \leq 106.2)$	46
	144	3. $W=17. (28.9 \leq X13 < 30)$	63
	127	4. $W=16. (39.1 < X13 \leq 47.2)$	79
	111	5. $W=15. (13.4 < X2 < 15.2)$	94
II	96	6. $W=11. (6 < X12 < 10)$	105
	85	7. $W=11. (131 < X8 < 137)$	116
	74	8. $W=10. (246 < X14 < 268)$	126
	64	9. $W=9. (4.35 < X10 < 4.59)$	135
	55	10. $W=9. (209 < X14 < 217)$	144
	46	11. $W=9. (4.05 < X10 < 4.17)$	153
	37	12. $W=8. (12.4 < X2 < 13.4)$	161
	29	13. $W=7. (154 < X14 < 186)$	168
	22	14. $W=6. (10.7 < X2 < 11.5)$	174
	16	15. $W=6. (3.4 < X7 < 3.6)$	180
	10	16. $W=6. (220 < X14 < 229)$	186
	4	17. $W=4. (69.1 < X4 < 70)$	190

Предлагается обобщенная оценка результата в виде отношения числа результирующих импликант, ранжированных по убыванию мощности, второй части к числу первой части. Для выбранного примера она будет равна  $12/5 = 2,4$ . При этом предлагается оценивать результат как положительный при двукратном их превышении, а импликанты первой части как наиболее значимые.

Разделение на части представлено как пересечение накопительного ряда снизу вверх с накопительным рядом сверху вниз, показанный в табл. 9 утолщенной линией.

В другом примере приведены результирующие импликанты в виде сочетанных факторов (табл. 10), отдельные из которых имеют одинаковые мощности, что затрудняет их ранжирование. Одновременно возникает вопрос о разделении на части, поскольку значения сравниваемых накопленных сумм перекрываются.

Таблица 10

**Аналитический материал по шунгиту**  
(Серегина Н.В., 2008)

Части	Сумма с накоплением снизу вверх	Результирующие импликанты	Сумма с накоплением сверху вниз
I	383	1. $W=108 (68 < X2 < 73) \& (2 < X1 < 5)$	108
	275	2. $W=50 (2.3 < X3 < 4) \& (69 < X2 < 75) \& (0 < X1 < 5)$	158
	225	3. $W=50 (1 \leq X5 < 2) \& (0 < X4 < 2) \& (2 < X1 \leq 5)$	208
II	175	4. $W=50 (1 < X4 \leq 2) \& (1 \leq X5 < 2) \& (3 < X1 \leq 5)$	258
	125	5. $W=45 (68 < X2 < 71) \& (1 < X4 \leq 2) \& (0 < X1 < 5)$	303
	80	6. $W=40 (74 < X2 < 78) \& (1 \leq X4 < 2) \& (0 < X6 \leq 1) \& (0 \leq X10 < 1)$	343
	40	7. $W=40 (1.15 < X3 < 2) \& (1 \leq X5 < 2) \& (68 < X2 < 80)$	383

Для ответа на поставленный вопрос предлагается:

1. Сравнить разности перекрывающихся накопленных сумм. Для выбранного примера:  $225-158=67$  и  $208-175=33$ . Линию раздела провести по наименьшей разности.

2. Ранжирование результирующих импликант провести с учетом приоритета наибольшего числа перекрывающихся факторов по области их определения всех результирующих импликант. Для выбранного примера сравнение 3 и 4 импликант даст следующий результат:

Таблица 11

Сравнение импликант		
Импликанта N 3		
3. (1 <= X5 < 2)	3. (0 < X4 < 2)	1. (2 < X1 < 5)
4. (1 <= X5 < 2)	6. (1 <= X4 < 2)	2. (0 < X1 < 5)
7. (1 <= X5 < 2)		3. (2 < X1 <= 5)
		4. (3 < X1 <= 5)
		5. (0 < X1 < 5)
Общее число с перекрывающимися областями определения факторов равно 10		
Импликанта N 4		
3. (1 <= X5 < 2)	4. (1 < X4 <= 2)	1. (2 < X1 < 5)
4. (1 <= X5 < 2)	5. (1 < X4 <= 2)	2. (0 < X1 < 5)
7. (1 <= X5 < 2)		3. (2 < X1 <= 5)
		4. (3 < X1 <= 5)
		5. (0 < X1 < 5)
Общее число с перекрывающимися областями определения факторов равно 10		

Следовательно, сравниваемые результирующие импликанты 3 и 4 равноценны.

Далее аналогичным образом необходимо сравнить 2 и 3 импликанты и 2 и 4 импликаты, после чего можно делать окончательный выбор в ранжировании результирующих импликант с одинаковой мощностью в области разделения на части.

Предложенная обобщенная оценка позволяет оценить полученный результат и внести определенность в определении наиболее значимых результирующих составляющих.

## 5.6. Примеры аналитических расчетов

### 5.6.1. Пример 1

*Этапы 1 и 2. Гестозы (нефропатия в сравнении с контролем)  
(Хадарцева К.А., 2009)*

Расчет произведен с помощью АМКЛ с массивом 172 строки, из которых 68 строк соответствуют контрольным случаям и обозначены X16=0.

Учитывая, что для контрольных случаев X11 не определены (обозначены нулем), а из 104 случаев гестозов 74 случая также не определены (обозначены нулем), фактор X11 исключен из расчетов (см. маска).

I. Импликации ПРЯМЫЕ из файла: E:\АналитРасчеты\Хадарцева\ОбщРасчеты\НефроКонтроль\Base.txt

Переменная цели: X16

Значение цели: 1.0

Маска: X11

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. W= 45.(77 < X4 <= 106.3)
2. W= 28.(31 < X12 <= 64)
3. W= 27.(4.1 < X7 < 4.66)
4. W= 13.(52.6 <= X3 < 60)
5. W= 12.(4.59 < X10 <= 4.82)
6. W= 12.(30 < X1 < 33)

---

7. W= 10.(29 < X12 < 31)
8. W= 9.(4.4 < X10 < 4.59)
9. W= 8.(100 < X6 < 102)
10. W= 8.(162 < X14 < 186)
11. W= 8.(13.4 < X2 < 15.2)
12. W= 8.(0 <= X6 < 80)
13. W= 8.(131 < X8 < 137)
14. W= 7.(72.1 < X4 < 74.1)
15. W= 7.(210 < X14 < 217)
16. W= 7.(210 < X14 < 220) & (3.7 <= X7 < 6.03)
17. W= 6.(201 < X14 < 207)
18. W= 6.(3.4 < X7 < 3.6)
19. W= 6.(17 < X1 < 19)
20. W= 6.(3.57 < X5 < 3.7)
21. W= 6.(0 <= X7 < 3)
22. W= 6.(37 < X1 <= 41)
23. W= 5.(32 < X13 < 32.4)
24. W= 4.(5.7 < X5 <= 6.9)

25.  $W=3.(5.8 < X2 < 6.2)$

26.  $W=3.(12.1 < X2 < 12.24)$

Наиболее значимыми результирующими импликантами, определенные по методике приложения N 9, являются 1-6 при соотношении их к остальным равным 3,33.

II. Импликации ПРЯМЫЕ из файла: E:\АналитРасчеты\Хадарцева\ОбщРасчеты\НефроКонтроль\Base.txt

Переменная цели: X16

Значение цели: 0

Маска: X11

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1.  $W=15.(3.32 < X7 < 3.5)$

2.  $W=13.(76 < X3 < 80)$

3.  $W=8.(3.1 < X7 < 3.3)$

4.  $W=7.(66.41 < X4 < 67.4)$

5.  $W=7.(287 < X14 < 293)$

6.  $W=7.(17.5 < X2 < 20.26)$

7.  $W=7.(3.2 < X5 < 3.55)$

8.  $W=6.(275 < X14 < 280)$

9.  $W=6.(59.33 < X4 < 60.29)$

10.  $W=5.(3.4 < X10 < 3.5)$

11.  $W=5.(112 < X8 < 114)$

12.  $W=5.(103 < X8 < 106)$

13.  $W=4.(62.7 < X4 < 63.95)$

14.  $W=4.(16 < X1 < 18)$

15.  $W=4.(70.2 < X4 < 71)$

16.  $W=4.(55.5 < X4 < 58.4)$

17.  $W=4.(67.81 < X4 < 68.02)$

18.  $W=3.(11.3 < X2 < 11.8)$

19.  $W=3.(69.9 < X4 < 70.1)$

20.  $W=3.(9.8 < X2 < 10)$

21.  $W=2.(34 < X1 < 36)$

22.  $W=2.(58.52 < X4 < 59.33)$

23.  $W=2.(11.8 < X2 < 12)$

24.  $W=2.(6.2 < X2 < 6.7)$

Наиболее значимыми результирующими импликантами, определенные по методике приложения N 9, являются 1-7 при соотношении их к остальным равным 2,43.

Результаты расчетов для удобства анализа сведены в таблицу с заменой нулей (отсутствие данных) в области определения на ближайшее значение:

Таблица 12

Результаты расчетов

X16=1	X16=0
1. $W=45.(77 < X4 \leq 106.3)$	1. $W=15.(3.32 < X7 < 3.5)$
2. $W=28.(31 < X12 \leq 64)$	2. $W=13.(76 < X3 < 80)$
3. $W=27.(4.1 < X7 < 4.66)$	3. $W=8.(3.1 < X7 < 3.3)$
4. $W=13.(52.6 \leq X3 < 60)$	4. $W=7.(66.41 < X4 < 67.4)$
5. $W=12.(4.59 < X10 \leq 4.82)$	5. $W=7.(287 < X14 < 293)$
6. $W=12.(30 < X1 < 33)$	6. $W=7.(17.5 < X2 < 20.26)$
7. $W=10.(29 < X12 < 31)$	7. $W=7.(3.2 < X5 < 3.55)$
8. $W=9.(4.4 < X10 < 4.59)$	8. $W=6.(275 < X14 < 280)$
9. $W=8.(100 < X6 < 102)$	9. $W=6.(59.33 < X4 < 60.29)$
10. $W=8.(162 < X14 < 186)$	10. $W=5.(3.4 < X10 < 3.5)$
11. $W=8.(13.4 < X2 < 15.2)$	11. $W=5.(112 < X8 < 114)$
12. $W=8.(72 \leq X6 < 80)$	12. $W=5.(103 < X8 < 106)$
13. $W=8.(131 < X8 < 137)$	13. $W=4.(62.7 < X4 < 63.95)$
14. $W=7.(72.1 < X4 < 74.1)$	14. $W=4.(16 < X1 < 18)$
15. $W=7.(210 < X14 < 217)$	15. $W=4.(70.2 < X4 < 71)$
16. $W=7.(210 < X14 < 220) \& (3.7 \leq X7 < 6.03)$	16. $W=4.(55.5 < X4 < 58.4)$
17. $W=6.(201 < X14 < 207)$	17. $W=4.(67.81 < X4 < 68.02)$
18. $W=6.(3.4 < X7 < 3.6)$	18. $W=3.(11.3 < X2 < 11.8)$
19. $W=6.(17 < X1 < 19)$	19. $W=3.(69.9 < X4 < 70.1)$
20. $W=6.(3.57 < X5 < 3.7)$	20. $W=3.(9.8 < X2 < 10)$
21. $W=6.(0.42 \leq X7 < 3)$	21. $W=2.(34 < X1 < 36)$
22. $W=6.(37 < X1 \leq 41)$	22. $W=2.(58.52 < X4 < 59.33)$
23. $W=5.(32 < X13 < 32.4)$	23. $W=2.(11.8 < X2 < 12)$
24. $W=4.(5.7 < X5 \leq 6.9)$	24. $W=2.(6.2 < X2 < 6.7)$
25. $W=3.(5.8 < X2 < 6.2)$	
26. $W=3.(12.1 < X2 < 12.24)$	

Для удобства интерпретации полученной математической модели представим результат в графическом виде:

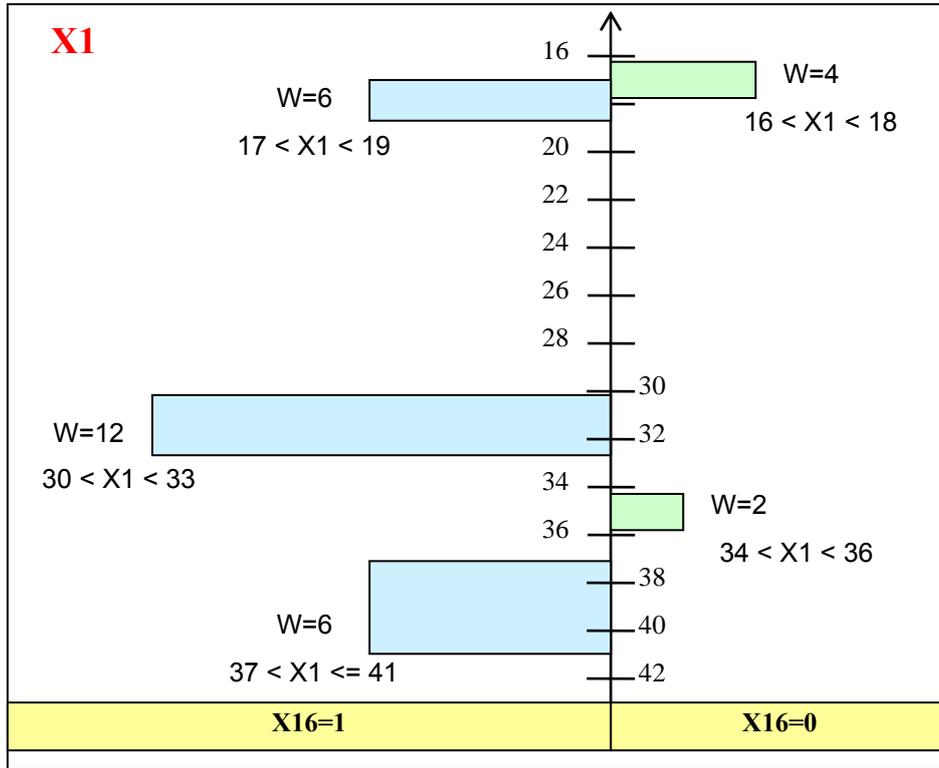


Рис. 44. Графическое представление результирующих импликант фактора X1

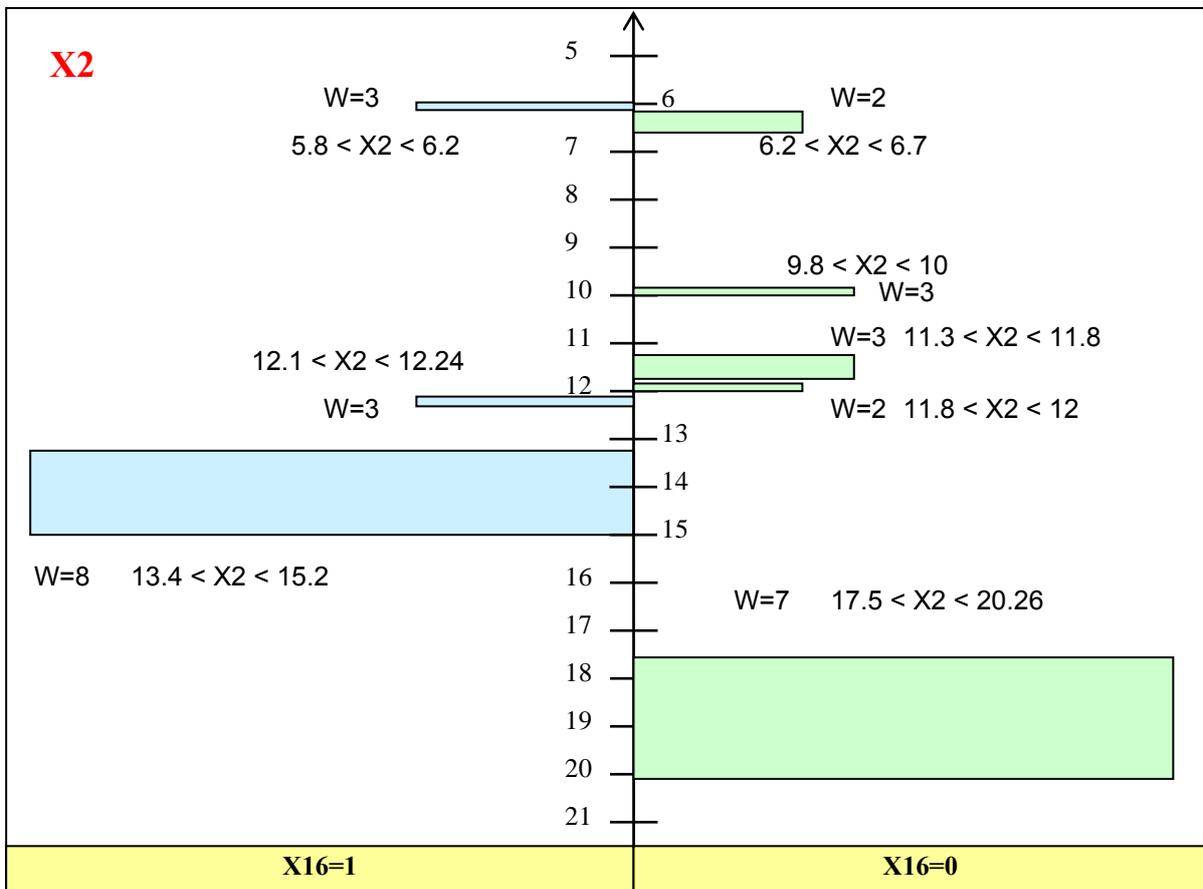


Рис. 45. Графическое представление результирующих импликант фактора X2

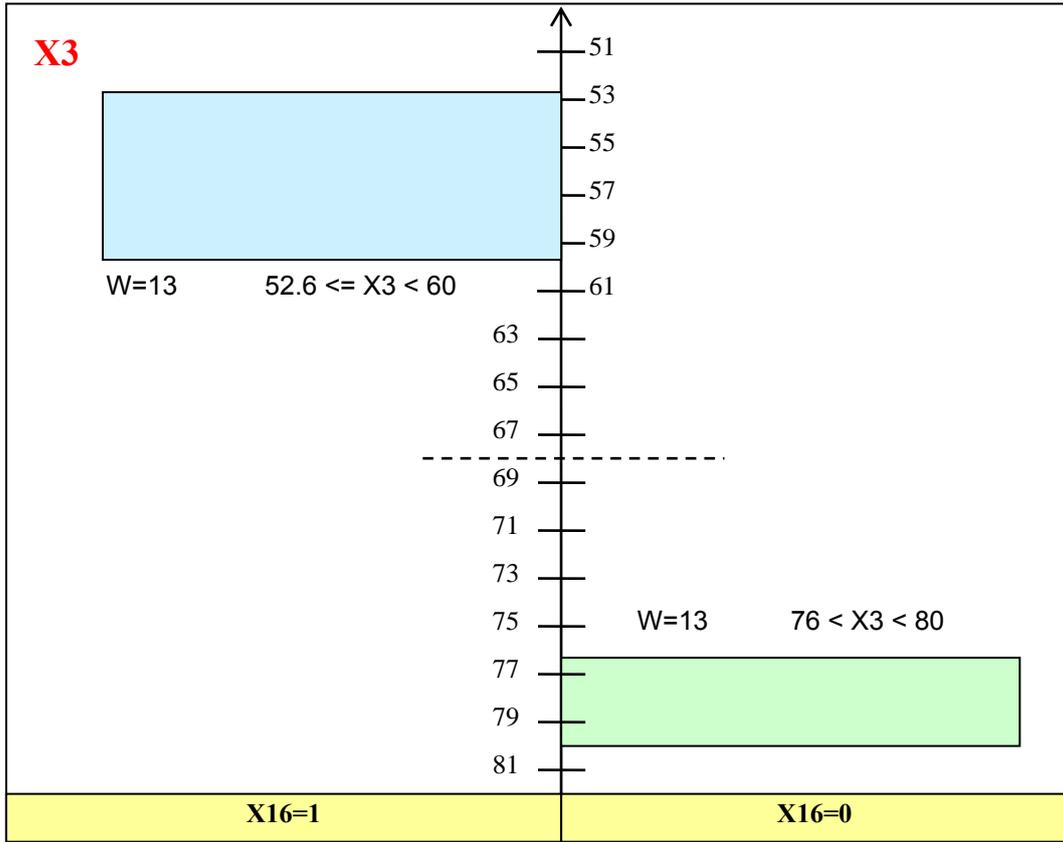


Рис. 46. Графическое представление результирующих импликант фактора X3

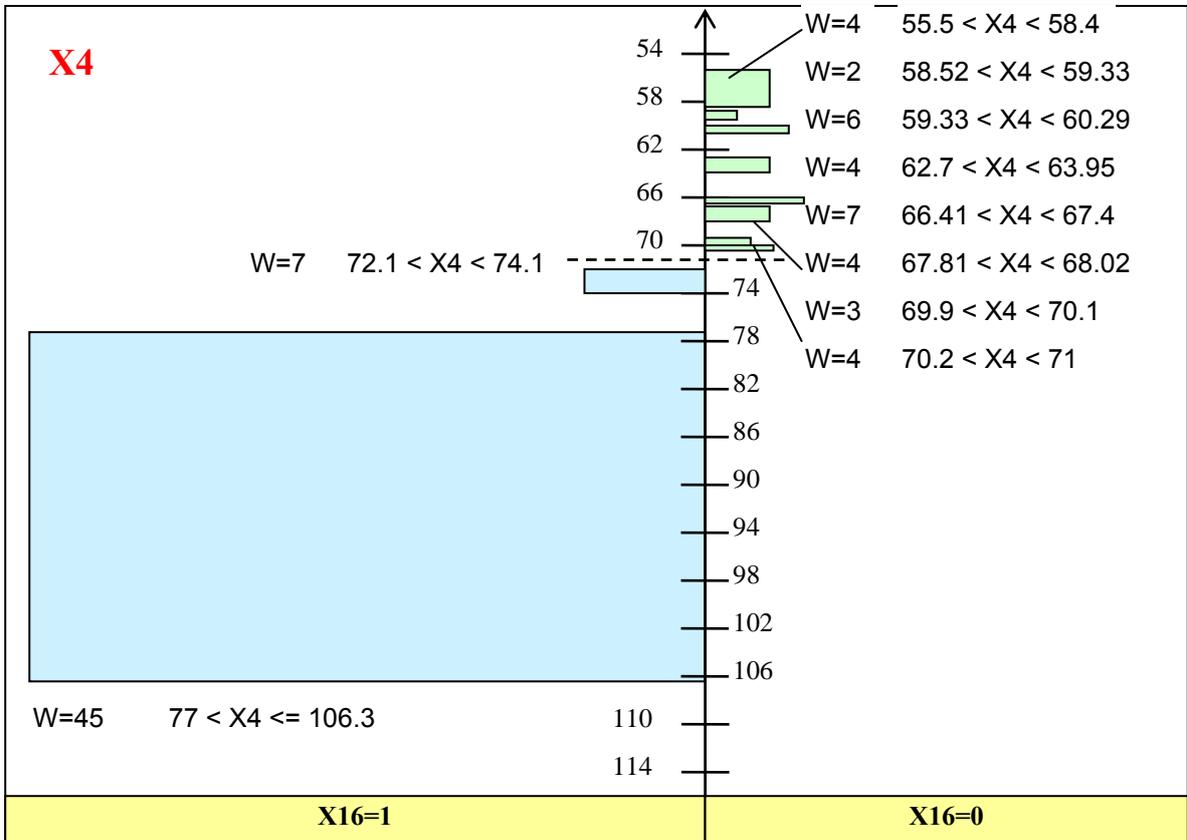


Рис. 47. Графическое представление результирующих импликант фактора X4

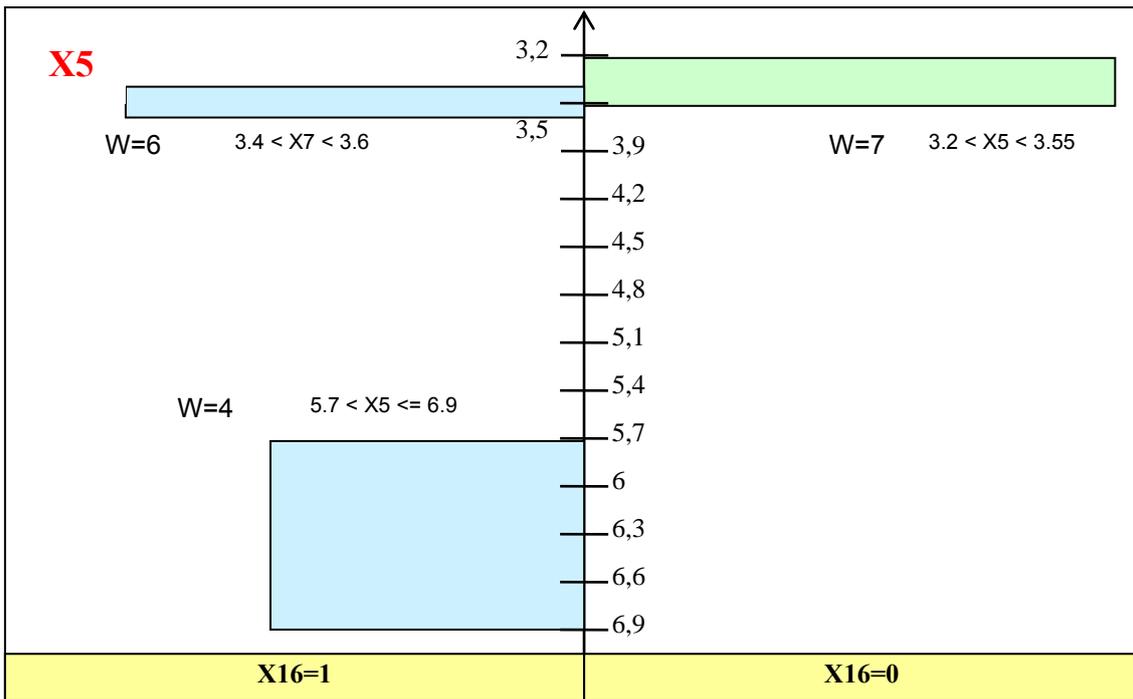


Рис. 48. Графическое представление результирующих импликант фактора X5

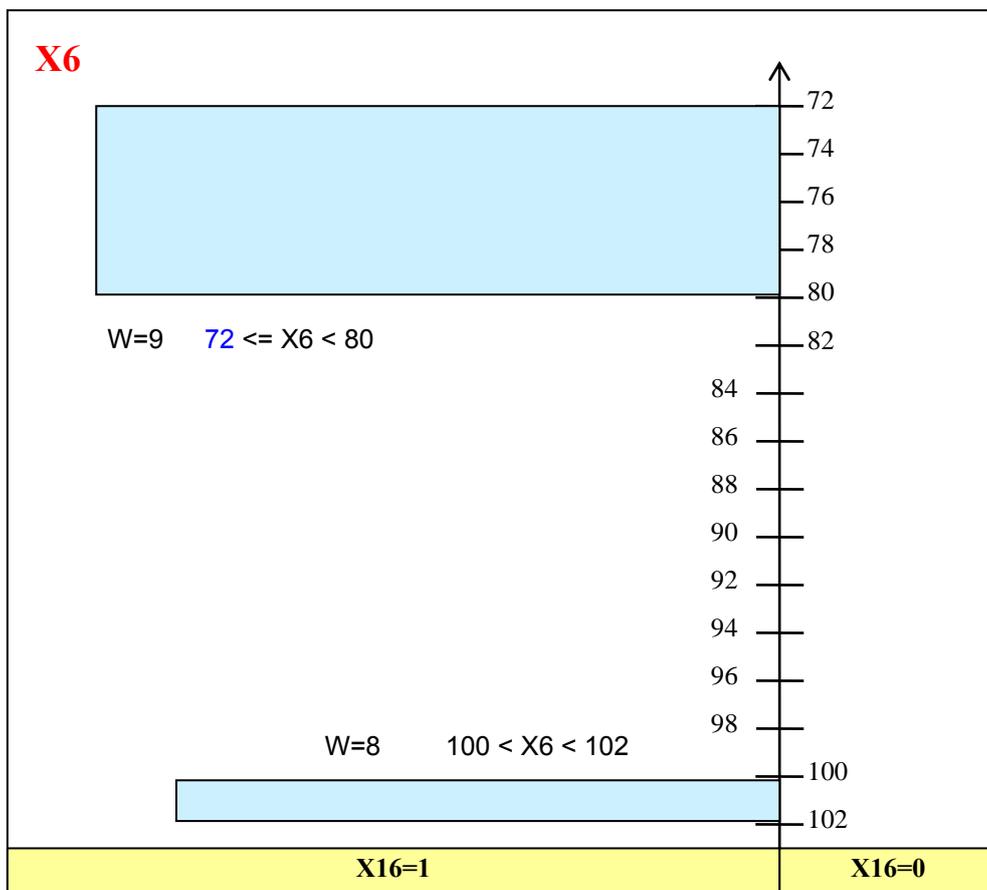


Рис. 49. Графическое представление результирующих импликант фактора X6

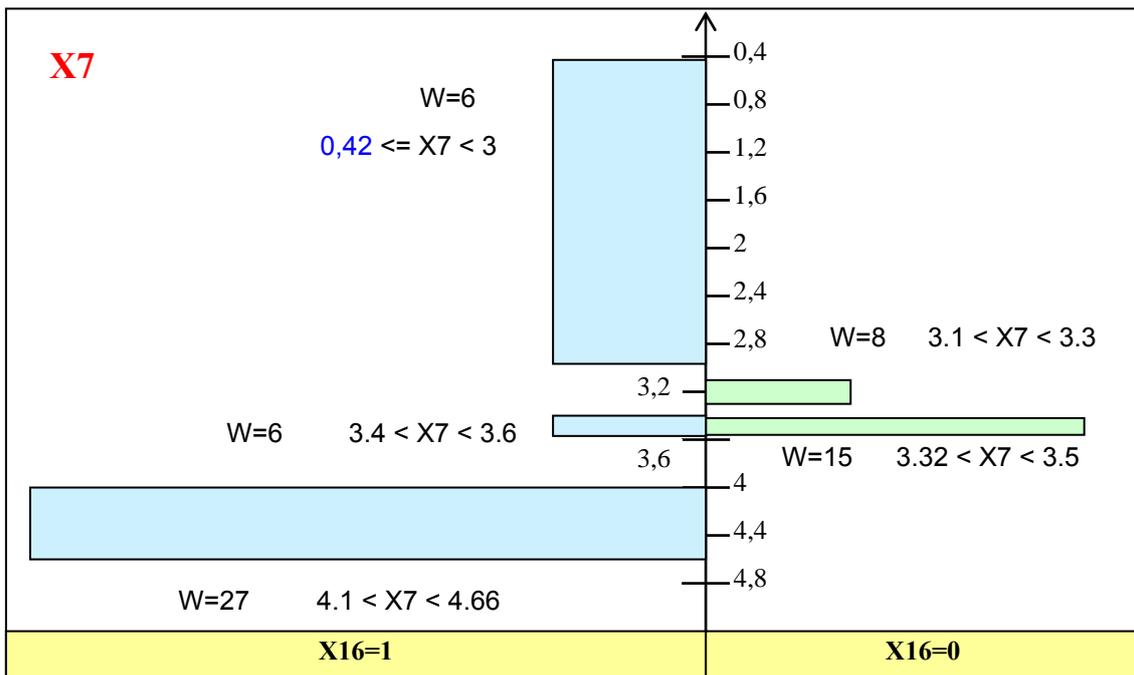


Рис. 50. Графическое представление результирующих импликант фактора X7

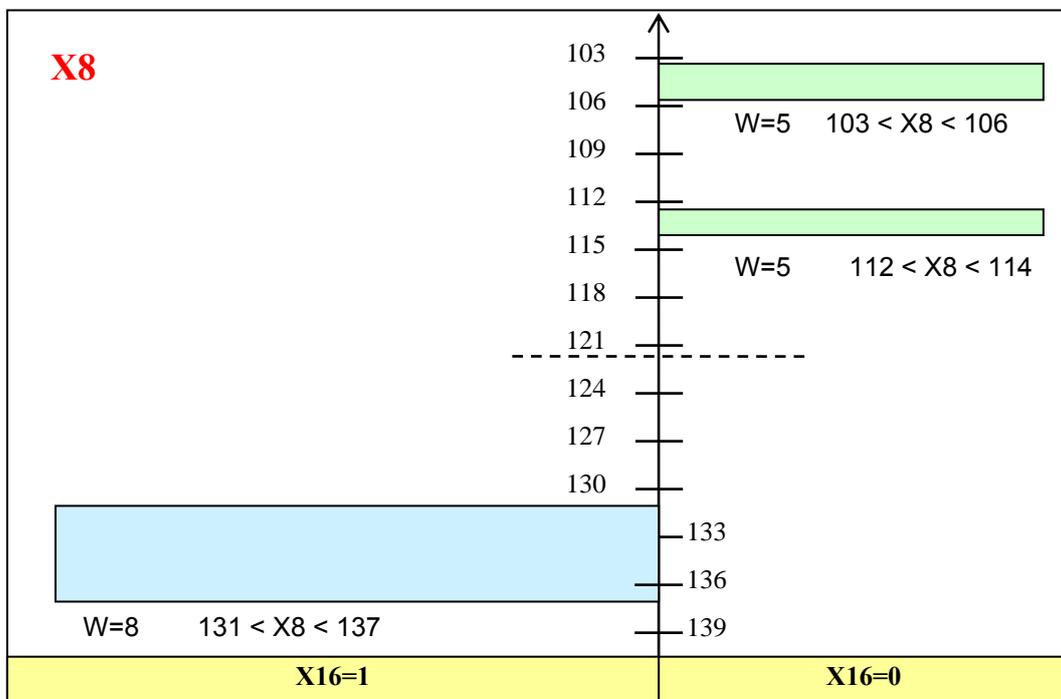


Рис. 51. Графическое представление результирующих импликант фактора X8

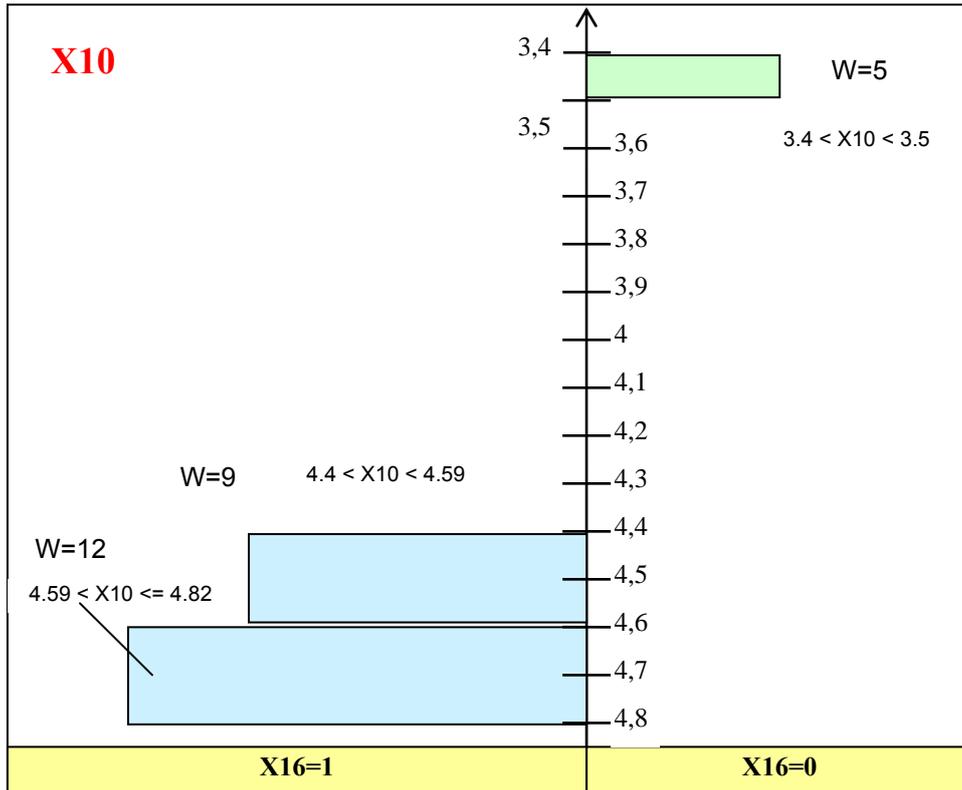


Рис. 52. Графическое представление результирующих импликант фактора X10

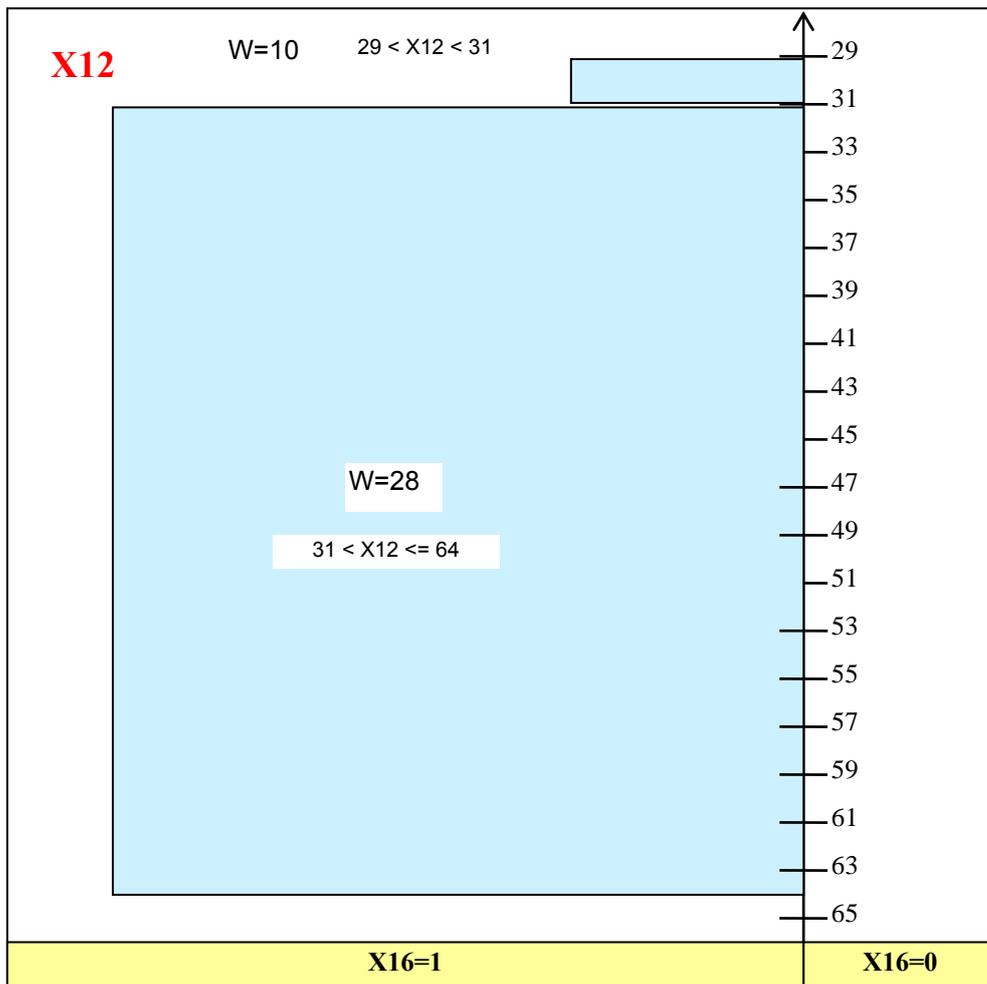


Рис. 53. Графическое представление результирующих импликант фактора X12

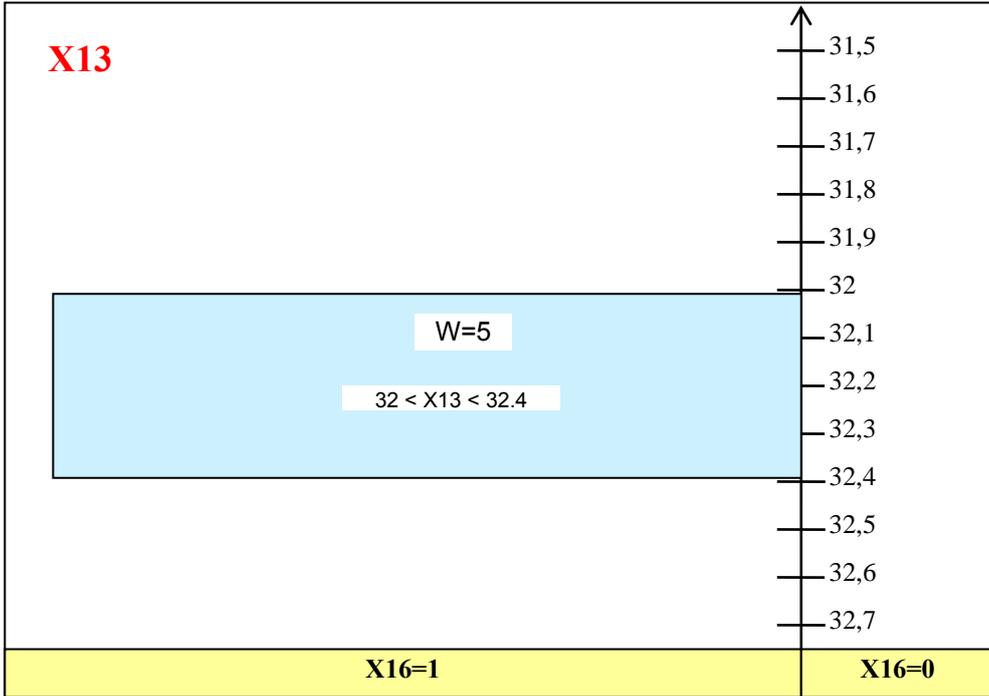


Рис. 54. Графическое представление результирующей импликанты фактора X13

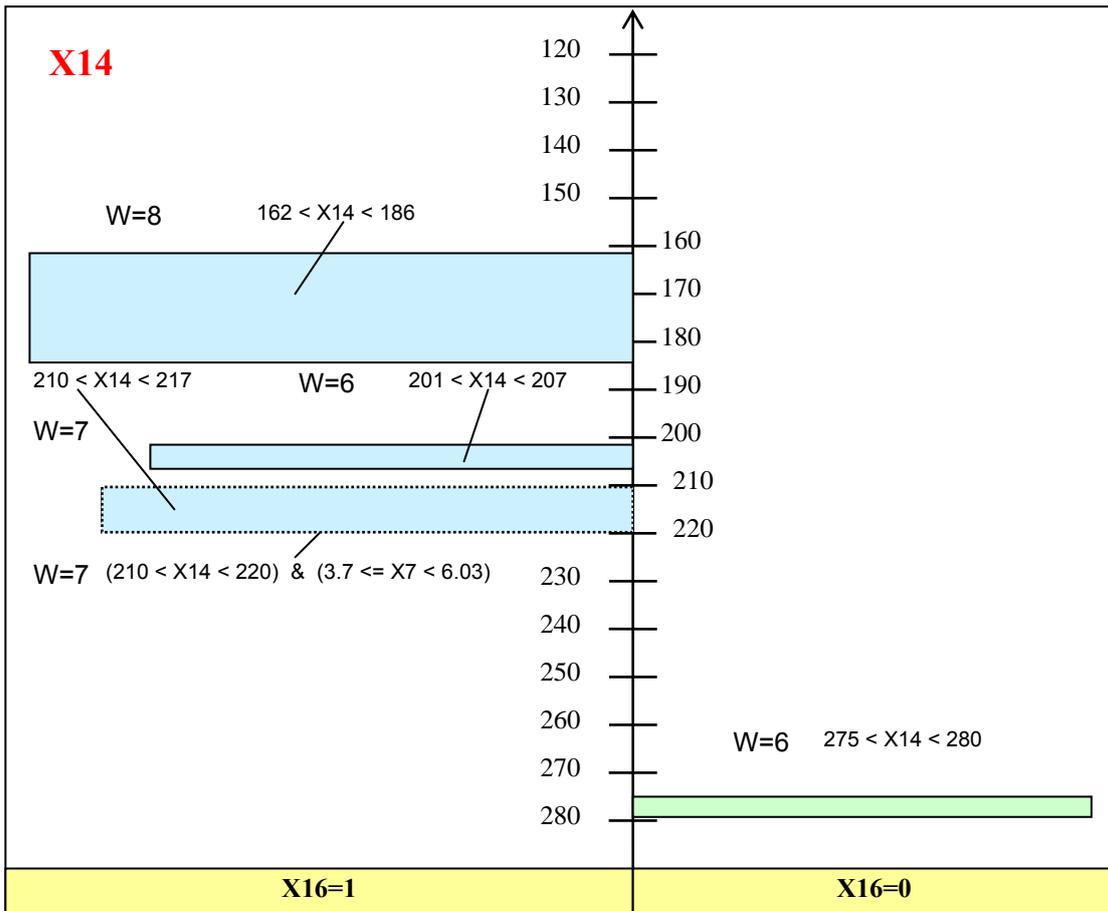


Рис. 55. Графическое представление результирующих импликант фактора X14

Используемый массив данных (не приводится)

Примечание: В приведенной таблице отсутствие данных обозначено нулем за исключением X16.

### 5.6.2. Пример 2

*Этапы 1 и 2. Гестозы (водянка в сравнении с контролем)  
(Хадарцева К.А., 2009)*

Расчет произведен с помощью АМКЛ с массивом 212 строки, из которых 68 строк соответствуют контрольным случаям и обозначены X16=0.

Учитывая, что для контрольных случаев значения X11 не определены (обозначены нулем), а из 144 случаев гестозов 124 случая также не определены (обозначены нулем), фактор X11 исключен из расчетов (см. маска).

I. Импликации ПРЯМЫЕ из файла: F:\АналитРасчеты\Хадарцева\Base.txt

Переменная цели: X16

Значение цели: 1.0

Маска: X11

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. M= 34. (77 < X4 <= 106.2)
2. M= 34. (31 < X12 <= 52)
3. M= 32. (13.4 < X2 < 15.2)
4. M= 25. (39.1 < X13 <= 47.2)
5. M= 24. (0 <= X13 < 30)
6. M= 22. (4.1 < X7 < 4.66)
7. M= 22. (0 <= X7 < 3)
8. M= 18. (12.2 < X9 <= 17.5)
9. M= 17. (52 <= X3 < 60)

---

10. M= 15. (4.59 < X10 <= 5.27)
11. M= 14. (4.4 < X10 < 4.59)
12. M= 12. (72.1 < X4 < 74.1)
13. M= 12. (19 < X2 <= 29.1)
14. M= 12. (162 < X14 < 186)
15. M= 12. (4.5 < X5 < 4.7)
16. M= 12. (131 < X8 < 137)
17. M= 11. (0 <= X12 < 6)
18. M= 11. (6 < X12 < 10)
19. M= 11. (5.5 < X7 < 6.03)
20. M= 10. (17 < X1 < 19)
21. M= 10. (0 <= X6 < 80)
22. M= 10. (60 < X3 < 62)
23. M= 10. (3.4 < X7 < 3.6)
24. M= 9. (5.22 < X5 < 5.6)
25. M= 9. (12.4 < X2 < 13)
26. M= 8. (210 < X14 < 220) & (3.47 < X10 <= 4.3)
27. M= 8. (16 < X2 < 17)
28. M= 8. (5.11 < X7 < 5.5)
29. M= 8. (4.1 < X10 < 4.17)
30. M= 7. (4.8 < X7 < 5)
31. M= 6. (7 < X2 < 7.9)
32. M= 6. (69.1 < X4 < 70)

Наиболее значимыми результирующими импликантами, определенные по методике приложения 3, являются 1-9 при соотношении их к остальным равным 2,56.

II. Импликации ПРЯМЫЕ из файла: F:\АналитРасчеты\Хадарцева\ОбщРасчеты\ВодянкаКонтроль\Base.txt

Переменная цели: X16

Значение цели: 0

Маска: X11

Совпало целевых и нецелевых строк: 0.

1. M= 7. (287 < X14 < 291)
2. M= 7. (67.84 < X4 < 68.14)
3. M= 6. (33 < X1 < 36) & (2.44 < X7 < 4.2)
4. M= 5. (3.2 < X10 < 3.43)
5. M= 5. (65.6 < X4 < 66.31)
6. M= 5. (66.6 < X4 < 67.04)
7. M= 4. (7.8 < X2 < 8.2)
8. M= 3. (9.85 < X2 < 10)
9. M= 3. (64.8 < X4 < 65.15)
10. M= 3. (60.5 < X4 < 61.22)

11. M= 3. (30 < X13 < 30.6)
12. M= 3. (104 < X8 < 106)
13. M= 2. (6.3 < X2 < 6.6)
14. M= 2. (8.9<X9<9.1) & (3.6<X5<5.5)
15. M= 2. (11.8 < X2 < 12)
16. M= 2. (57.8 < X4 < 58.38)
17. M= 2. (91 < X8 < 96)
18. M= 2. (308 < X14 < 322)
19. M= 2. (74.8 < X4 < 75.02)
20. M= 2. (3.46 < X10 < 3.48)
21. M= 2. (3.43 < X10 < 3.45)
22. M= 2. (54.09 < X4 < 56.02)
23. M= 2. (70.79 < X4 < 71)
24. M= 2. (2.9 < X7 < 3.08)
25. M= 2. (32.3 < X13 < 32.5)
26. M= 2. (36 < X1 <= 37)
27. M= 2. (60 < X4 < 60.27)
28. M= 2. (3.8 < X10 < 3.89)
29. M= 1. (70 < X4 < 70.34)
30. M= 1. (3.89<X5<3.92) & (15<X12<35)
31. M= 1. (3.75 < X10 < 3.8)
32. M= 1. (58.45 < X4 < 59.18)
33. M= 1. (16.8 < X2 < 17.36)
34. M= 1. (63.2 < X4 < 63.4)
35. M= 1. (62 < X4 < 62.7)
36. M= 1. (15 < X2 < 15.25)
37. M= 1. (15.6 < X2 < 15.71)
38. M= 1. (0 < X10 < 3.2)

Наиболее значимыми результирующими импликантами, определенные по методике приложения N 9, являются 1-10 при соотношении их к остальным равным 2,8.

Результаты расчетов для удобства анализа сведены в таблицу с заменой нулей (отсутствие данных) в области определения на ближайшее значение:

Таблица 13

## Результаты расчета

X16=1	X16=0
1. M= 34. (77 < X4 <= 106.2)	1. M= 7. (287 < X14 < 291)
2. M= 34. (31 < X12 <= 52)	2. M= 7. (67.84 < X4 < 68.14)
3. M= 32. (13.4 < X2 < 15.2)	3. M= 6. (33 < X1 < 36) & (2.44 < X7 < 4.2)
4. M= 25. (39.1 < X13 <= 47.2)	4. M= 5. (3.2 < X10 < 3.43)
5. M= 24. (28,5 <= X13 < 30)	5. M= 5. (65.6 < X4 < 66.31)
6. M= 22. (4.1 < X7 < 4.66)	6. M= 5. (66.6 < X4 < 67.04)
7. M= 22. (2,22 <= X7 < 3)	7. M= 4. (7.8 < X2 < 8.2)
8. M= 18. (12.2 < X9 <= 17.5)	8. M= 3. (9.85 < X2 < 10)
9. M= 17. (52 <= X3 < 60)	9. M= 3. (64.8 < X4 < 65.15)
10. M= 15. (4.59 < X10 <= 5.27)	10. M= 3. (60.5 < X4 < 61.22)
11. M= 14. (4.4 < X10 < 4.59)	11. M= 3. (30 < X13 < 30.6)
12. M= 12. (72.1 < X4 < 74.1)	12. M= 3. (104 < X8 < 106)
13. M= 12. (19 < X2 <= 29.1)	13. M= 2. (6.3 < X2 < 6.6)
14. M= 12. (162 < X14 < 186)	14. M= 2. (8.9 < X9 < 9.1) & (3.6 < X5 < 5.5)
15. M= 12. (4.5 < X5 < 4.7)	15. M= 2. (11.8 < X2 < 12)
16. M= 12. (131 < X8 < 137)	16. M= 2. (57.8 < X4 < 58.38)
17. M= 11. (5 <= X12 < 6)	17. M= 2. (91 < X8 < 96)
18. M= 11. (6 < X12 < 10)	18. M= 2. (308 < X14 < 322)
19. M= 11. (5.5 < X7 < 6.03)	19. M= 2. (74.8 < X4 < 75.02)
20. M= 10. (17 < X1 < 19)	20. M= 2. (3.46 < X10 < 3.48)
21. M= 10. (70 <= X6 < 80)	21. M= 2. (3.43 < X10 < 3.45)
22. M= 10. (60 < X3 < 62)	22. M= 2. (54.09 < X4 < 56.02)
23. M= 10. (3.4 < X7 < 3.6)	23. M= 2. (70.79 < X4 < 71)
24. M= 9. (5.22 < X5 < 5.6)	24. M= 2. (2.9 < X7 < 3.08)
25. M= 9. (12.4 < X2 < 13)	25. M= 2. (32.3 < X13 < 32.5)
26. M= 8. (210<X14<220) & (3.47<X10<=4.3)	26. M= 2. (36 < X1 <= 37)
27. M= 8. (16 < X2 < 17)	27. M= 2. (60 < X4 < 60.27)
28. M= 8. (5.11 < X7 < 5.5)	28. M= 2. (3.8 < X10 < 3.89)
29. M= 8. (4.1 < X10 < 4.17)	29. M= 1. (70 < X4 < 70.34)
30. M= 7. (4.8 < X7 < 5)	30. M= 1. (3.89<X5<3.92) & (15<X12<35)
31. M= 6. (7 < X2 < 7.9)	31. M= 1. (3.75 < X10 < 3.8)

32. $M=6. (69.1 < X_4 < 70)$	32. $M=1. (58.45 < X_4 < 59.18)$
	33. $M=1. (16.8 < X_2 < 17.36)$
	34. $M=1. (63.2 < X_4 < 63.4)$
	35. $M=1. (62 < X_4 < 62.7)$
	36. $M=1. (15 < X_2 < 15.25)$
	37. $M=1. (15.6 < X_2 < 15.71)$
	38. $M=1. (3.1 \leq X_{10} < 3.2)$

Для удобства интерпретации полученная математическая модель представлена в графическом виде (см. приложение 4).

Используемый массив данных (не приводится).

### 5.7. Графическое представление результата

Графическое представление результирующих импликант облегчает интерпретацию результата.

1. Вариант 1 (рис. 44-45).
2. Вариант 2 (приложение 4).
3. Вариант 3 (приложение 5).
4. Вариант 4 (рис. 56).

Первый вариант обладает высокой наглядностью, но его затруднительно использовать для импликант с высокой сочетанностью факторов. В ряде случаев на рисунке можно разделить линией, одинаково отстоящих от крайних значений при достижении цели и при ее не достижении (см. пунктирную линию на рисунках 46, 47, 51). Таким образом, можно найти ожидаемое значение фактора, при котором цель начинает достигаться. При этом важно заметить, что это достигается при ограниченном объеме данных, что часто бывает в практических аналитических расчетах. По мере увеличения объема данных точность определения предельно-допустимого значения фактора будет повышаться.

Второй вариант чаще всего приходится использовать при наличии большого числа результирующих импликант с высокой сочетанностью факторов.

Варианты 3 и 4 занимают промежуточное значение между 1 и 2 вариантами.

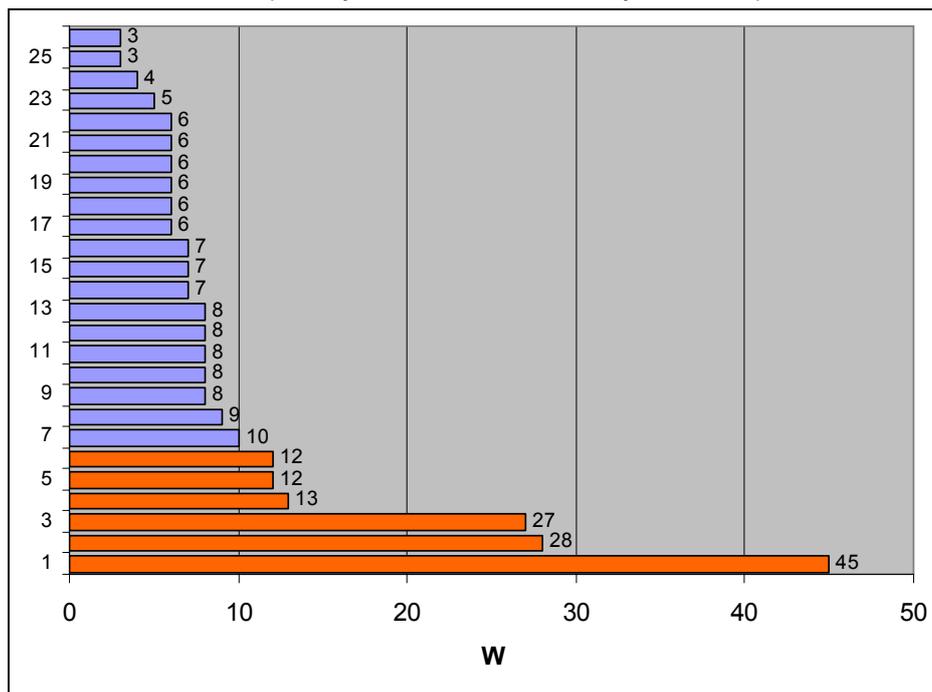


Рис. 56. Вариант графического представления результирующих импликант

Исследователь самостоятельно выбирает вид графического представления, опираясь на собственный взгляд по наглядности представления результата, поскольку он может быть весьма разнообразным по количеству результирующих импликант, изменению мощности и разнообразной сочетанностью факторов.

### 5.8. Анализ влияния факторов на результат

Основополагающая идея анализа факторов на результат заключается в подсчете суммарной мощности результирующих импликант при изменении выбранного фактора от минимального до максимального значения при заданных значениях остальных факторов.

### 5.8.1. Алгоритм анализа

Алгоритм анализа влияния факторов на результат заключается в следующем:

1. Выбирают фактор для анализа и задают число дискретов для изменения выбранного фактора от минимального до максимального значения.
2. Задают значения остальным факторам (например, среднее арифметическое значение).
3. Формируют первый набор факторов, состоящий из минимального значения выбранного фактора и фиксированных значений остальных факторов.
4. Подставляют значения факторов в результирующие импликанты математической модели. Отмечают те результирующие импликанты, где предельные условия соблюдаются.
5. Суммируют мощность отмеченных импликант.
6. Прибавляют дискрет к минимальному значению выбранного фактора и повторяют с измененным значением выбранного фактора и фиксированным значением остальных факторов выполняют действия по пп. 4-5 до тех пор, пока значение выбранного фактора достигнет максимального значения.
7. По значениям суммарной мощности, полученным по п.5, строят график изменения суммарной мощности при изменении выбранного фактора от минимального до максимального значения. Исследователь имеет возможность менять значения остальных факторов и оценивать характер изменения графика, выявляя особенности сочетанного влияния факторов на результат.

### 5.8.2. Программа анализа влияния факторов на результат

Программа (шифр **AnalAMCL**, 2010 г.) выполнена в среде Access 2003 (рис. 57) и позволяет:

1. Вводить данные (рис. 58) в базу, режим которого показан на рис. 59.
2. Контролировать ошибки ввода (рис. 60).
3. Вводить результирующие импликанты (рис. 61).
4. Вводить мощности результирующих импликант (рис. 62).
5. Выполнять операции экспорта и импорта данных (рис. 63).
6. Выводить диаграмму мощностей результирующих импликант (рис. 64).
7. Осуществлять просмотр переменных в базе с вычислением их средних арифметических значений (рис. 65) и вычисление по этим данным суммарной результирующей мощности (рис. 66).
8. Задавать значения переменных с выбором одной из них для анализа ее влияния на суммарную мощность результирующих импликант (рис. 67) и заданием числа точек отображения графика (рис. 68).
9. Выводить график изменения суммарной мощности при изменении выбранной переменной от минимального до максимального значения (рис. 69 – 71).
10. Вычислять максимальную мощность результирующих импликант (рис. 72).

Внешний вид программы **AnalAMCL** показан на рис. 57.

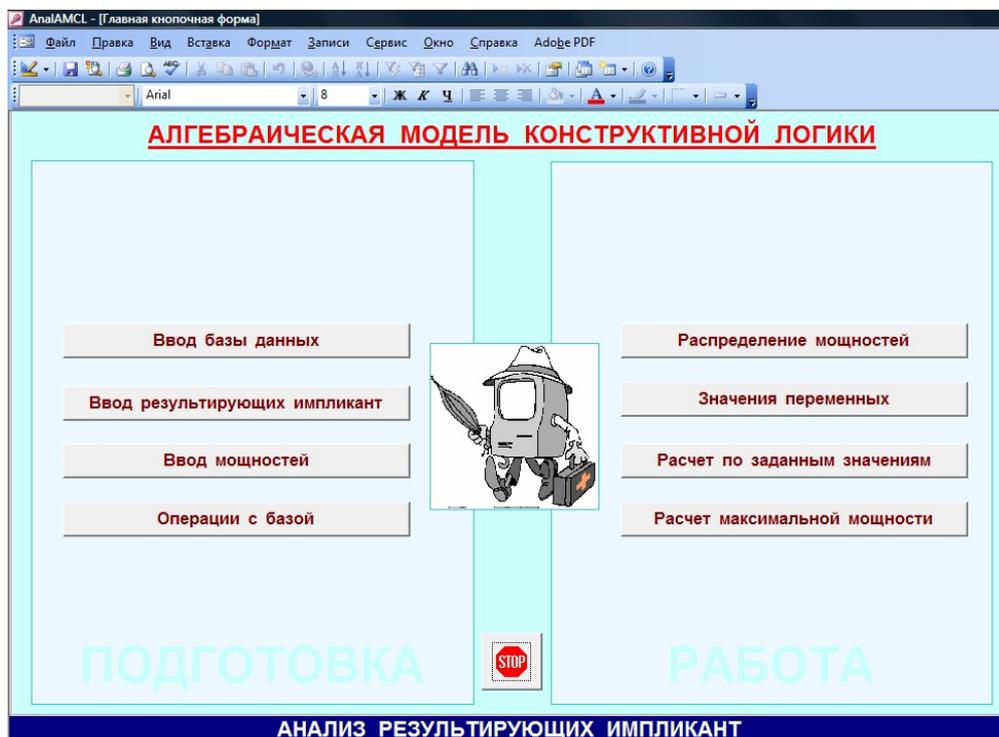


Рис. 57. Внешний вид программы **AnalAMCL**

В качестве исходных данных приняты тестовые данные (показаны в левой части рис. 58 в формате *txt*), по которым была построена алгебраическая модель, показанная на рис. 58 (правая часть).

5;4;2;0;3;0	Импликации ПРЯМЫЕ из файла: E:\AMKL\Test.TXT.
5;5;4;4;1;1	
2;6;3;3;4;0	Переменная цели: X6.
2;5;7;4;3;0	Значение цели: 1.0.
2;6;4;4;2;1	Маска: отсутствует.
5;5;2;6;2;1	Совпало целевых и нецелевых строк: 0.
0;3;4;6;5;0	
1;4;5;7;6;0	1. M= 5.
7;5;3;1;2;0	(1 < X2 < 4) & (0 < X5 < 5)
3;2;1;2;4;1	2. M= 4.
4;1;0;0;1;0	(1 < X4 < 4) & (2 < X1 < 6)
1;3;4;6;5;0	3. M= 4.
4;2;1;1;0;0	(2 < X1 < 4)
4;4;5;3;2;1	4. M= 4.
3;3;2;1;3;1	(3 < X5 < 5) & (2 < X1 <= 7)
7;6;4;2;4;1	5. M= 4.
1;1;2;5;2;0	(1 < X5 < 3) & (1 < X2 < 5)
1;6;6;5;2;0	6. M= 2.
6;5;3;1;4;1	(2 <= X5 < 3) & (3 < X3 < 5)
2;6;5;4;1;0	7. M= 2.
3;4;2;2;4;1	(5 < X4 <= 6) & (2 <= X5 < 5)
2;5;5;3;2;0	8. M= 1.
0;2;5;5;3;1	(1 <= X5 < 2) & (3 < X3 < 5)
0;1;4;5;6;0	
7;4;4;2;3;0	
1;3;4;6;2;1	
2;4;3;5;2;1	
6;4;3;2;1;0	
3;3;3;2;2;1	

Рис. 58. Массив данных и результат расчета

ВВОД БАЗЫ ДАННЫХ			
Номер в базе	Номер переменной	Значение переменной	Цель
1	1	5	<input type="checkbox"/>
2	1	5	<input checked="" type="checkbox"/>
3	1	2	<input type="checkbox"/>
4	1	2	<input type="checkbox"/>
5	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>
6	1	5	<input checked="" type="checkbox"/>
7	1	0	<input type="checkbox"/>
8	1	1	<input type="checkbox"/>
9	1	7	<input type="checkbox"/>
10	1	3	<input checked="" type="checkbox"/>
11	1	4	<input type="checkbox"/>
12	1	1	<input type="checkbox"/>
13	1	4	<input type="checkbox"/>
14	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>
15	1	3	<input checked="" type="checkbox"/>
16	1	7	<input checked="" type="checkbox"/>
17	1	1	<input type="checkbox"/>
18	1	1	<input type="checkbox"/>
19	1	6	<input checked="" type="checkbox"/>
20	1	2	<input type="checkbox"/>

Рис. 59. Ввод массива данных

Ввод данных (рис. 59) предусматривает указание номера переменной, ее значения и принадлежности к цели. Такой формат представления позволяет предъявлять программе данные с неопределенным числом переменных, но требует преобразований из используемого при построении алгебраической модели формата.

Номер переменной	Число не заполненных полей	Общее кол-во заполненных полей
1	0	29
2	0	29
3	0	29
4	0	29
5	0	29

Рис. 60. Контроль ошибок в базе данных

Контроль ошибок в базе (рис. 60) осуществляется по числу не заполненных полей (все поля должны быть заполнены) и общему количеству заполненных полей по каждой переменной (должны быть одинаковые количества).

Номер результирующей импликанты	Нижний предел	Нижний знак	Номер переменной	Верхний знак	Верхний предел
1	1	<	2	<	4
1	0	<	5	<	5
2	1	<	4	<	4
2	2	<	1	<	6
3	2	<	1	<	4
4	3	<	5	<	5
4	2	<	1	<=	7
5	1	<	5	<	3
5	1	<	2	<	5
6	2	<=	5	<	3
6	2	<	3	<	5
7	5	<	4	<=	6
7	2	<=	5	<	5
8	1	<=	5	<	2
8	3	<	3	<	5
*					

Рис. 61. Ввод результирующих импликант

Ввод результирующих импликант осуществляется отдельно по каждой переменной (рис. 61), что позволяет вводить результирующие импликанты с любой сочетанностью.

Номер результирующей импликанты	Мощность результирующей импликанты
1	5
2	4
3	4
4	4
5	4
6	2
7	2
8	1
*	

Рис. 62. Ввод мощностей результирующих импликант

Ввод мощностей результирующих импликант осуществляется отдельно от их ввода в программу.

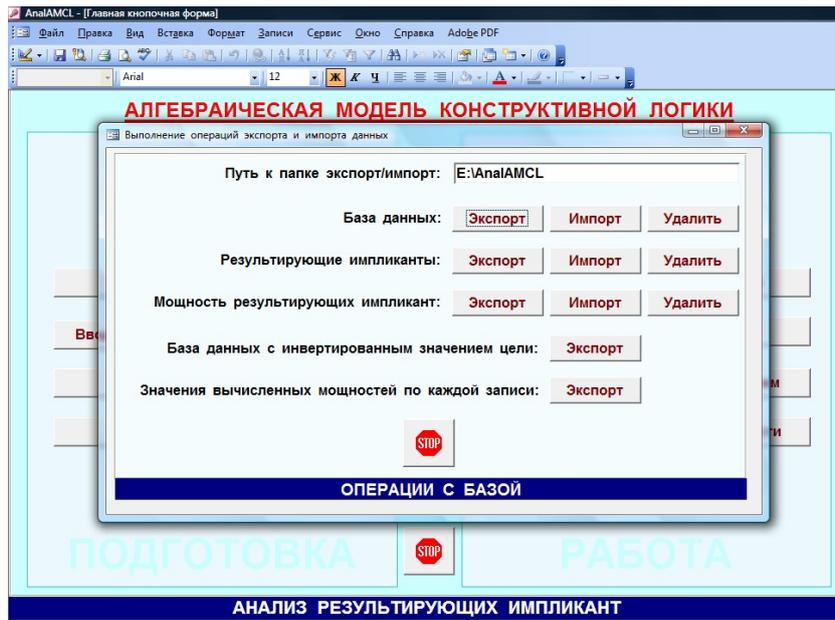
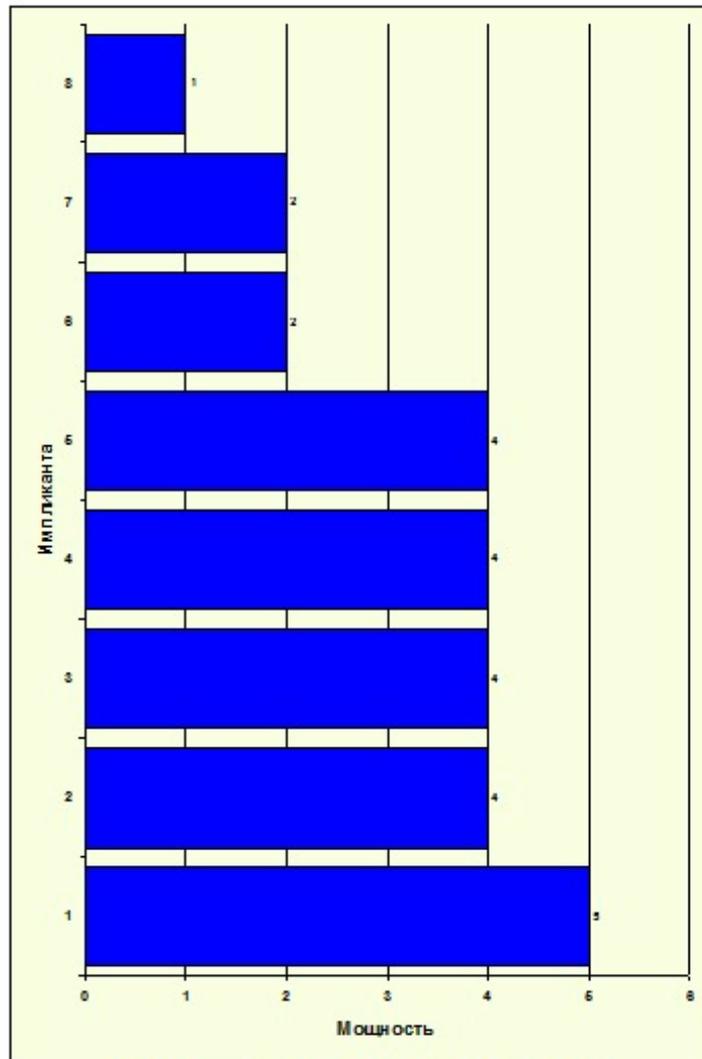


Рис. 63. Режим операций с базой



Распределение мощностей результирующих импликант

Рис. 64. Диаграмма мощностей результирующих импликант

Режим операций с базой позволяет удалять, осуществлять экспорт и импорт данных, результирующих импликант и их мощностей.

Номер переменной в базе	Минимальное значение	Среднее арифметическое значение	Максимальное значение
1	0	3,385	7
2	2	4,000	6
3	1	3,231	5
4	1	3,308	6
5	1	2,692	4

Рис. 65. Вычисление средних арифметических значений переменных

Режим вычисления средних арифметических значений (рис. 65) позволяет исследователю определиться в выборе значений переменных (рис. 67). При этом кнопкой «W» выводится значение суммарной мощности (рис. 66).

Номер переменной в базе	Минимальное значение	Среднее арифметическое значение	Максимальное значение
1	0	3,385	7
2	2	4,000	6
3	1	3,231	5
4	1	3,308	6
5	1	2,692	4

Рис. 66. Вывод результата суммарной мощности по средним арифметическим значениям переменных

Номер переменной	Значение переменной
1	3,385
2	4
3	3,231
4	3,308
5	2,692

Рис. 67. Выбор переменной для построения графика

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКА СУММАРНОЙ МОЩНОСТИ ПО ВЫБРАННОМУ ФАКТОРУ

Минимальное значение: 0

Максимальное значение: 7

Задайте число точек графика: 21

Далее

Рис. 68. Задание числа точек графика

Для построения графика изменения суммарной мощности результирующих импликант в диапазоне изменения выбранного фактора от минимального до максимального значения необходимо задать значения переменных (первоначально рекомендуется взять средние арифметические значения), выбрать курсором номер переменной (рис. 67), задать число точек отображения графика (рис. 68) и нажать кнопку «График» (рис. 67).

На рис. 69 - 71 показаны графики для первой, второй и пятой переменной.

**ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОЙ МОЩНОСТИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ  
ИМПЛИКАНТ В ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРАННОГО ФАКТОРА ОТ  
МИНИМАЛЬНОГО ДО МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

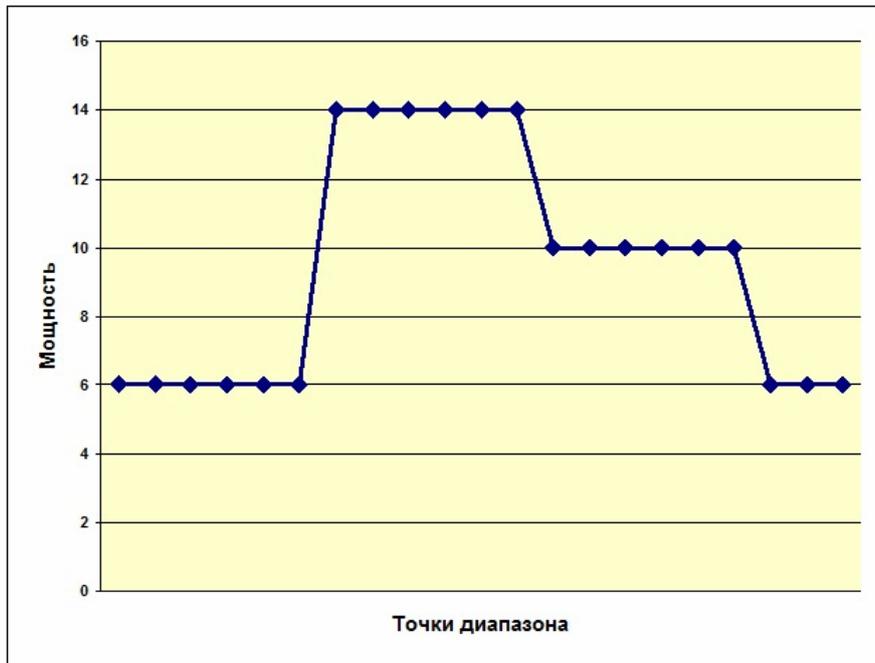


Рис. 69. Влияние первой переменной на результат

**ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОЙ МОЩНОСТИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ  
ИМПЛИКАНТ В ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРАННОГО ФАКТОРА ОТ  
МИНИМАЛЬНОГО ДО МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

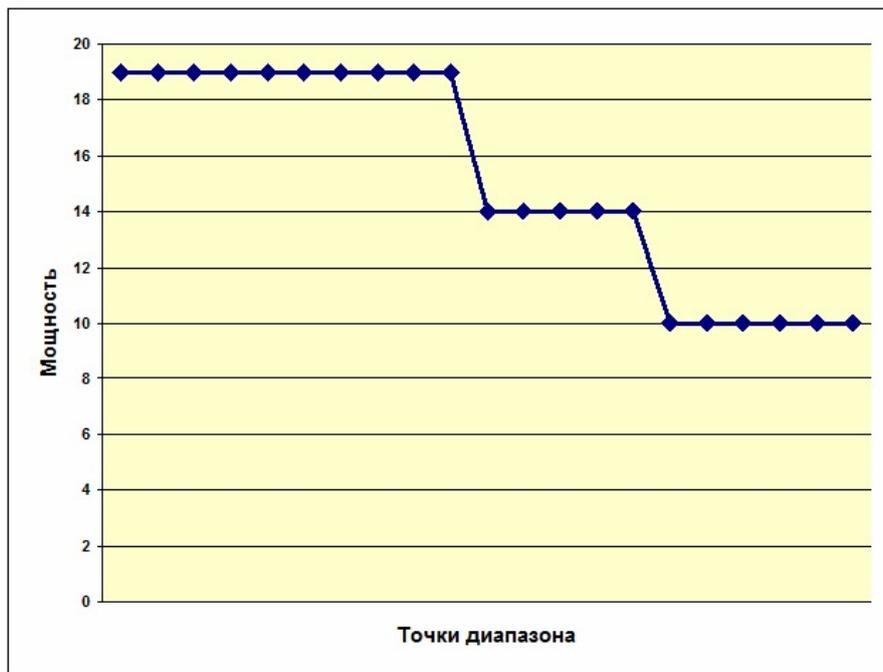


Рис. 70. Влияние второй переменной на результат

**ЗАВИСИМОСТЬ СУММАРНОЙ МОЩНОСТИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ  
ИМПЛИКАНТ В ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫБРАННОГО ФАКТОРА ОТ  
МИНИМАЛЬНОГО ДО МАКСИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ**

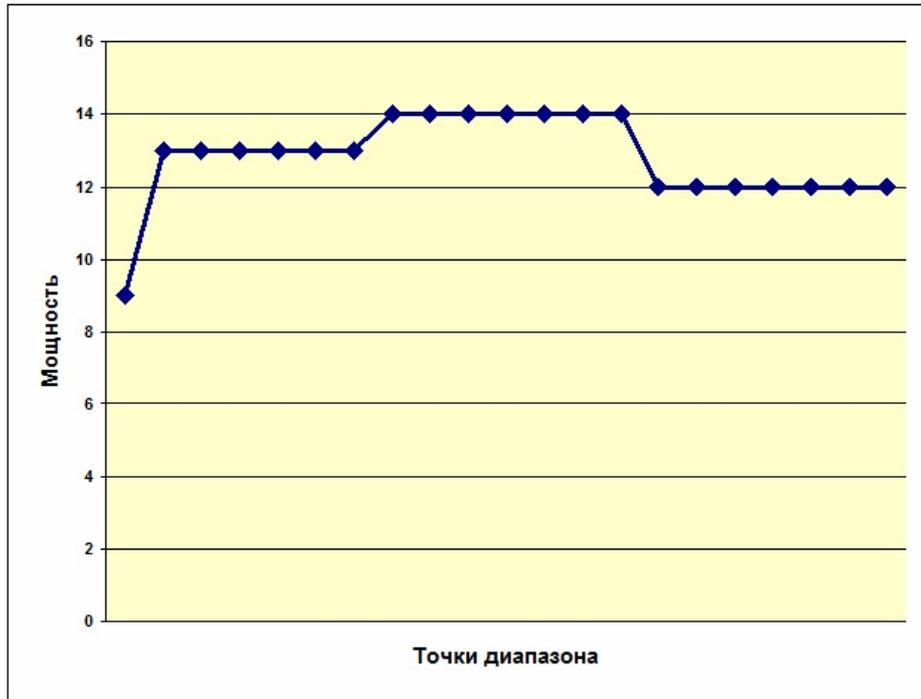


Рис. 71. Влияние пятой переменной на результат

Изменяя значения переменных (рис. 67) можно построить другое семейство графиков, выявляя особенности их взаимного влияния.

AnalAMCL - [f\_MaxW : форма]

Файл Правка Вид Вставка Формат Записи Сервис Окно Справка Adobe PDF

Число переменных:

Число строк каждой переменной:

**Вычислить**

Результат:

Просмотр результата по каждой записи:

в естественном порядке: **Просмотр** по убыванию: **Просмотр**

**STOP**

**ВЫЧИСЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ ИМПЛИКАНТ**

Рис. 72. Вычисление максимальной мощности результирующих импликант

Вычисление максимальной мощности результирующих импликант осуществляется нажатием кнопки «Вычислить» (рис. 72). Одновременно с этим имеется возможность просмотра мощности по каждой записи.

### 5.9. Использование алгебраической модели конструктивной логики при построении экспертных систем

Если хорошо верифицированные исходные данные принять в качестве знаний, то результат можно использовать как экспертную оценку. По мере накопления исходных данных точность экспертной оценки будет увеличиваться. Экспертную оценку пользователь может производить, сравнивая рассматриваемый случай с результирующим выражением алгебраической модели, сформулированной словесными терминами. Итоговая вероятностная оценка складывается из результатов сравнения. Если утверждение в таблице удовлетворяет рассматриваемому случаю, то к итоговой вероятностной оценке добавляется мощность результирующего выражения, выраженная в долевого выражении от общего числа накопленных в базе случаев.

Сложности использования АМКЛ для построения экспертной системы заключается в нахождении максимальной суммарной мощности, которая должна быть принята за 100% вероятность. Сумма мощностей всех результирующих импликант не является максимальной мощностью по причине того, что факторы в результирующих выражениях представлены с областью их определения, которые часто не перекрываются. В результате простое суммирование мощностей всех результирующих импликант даст заметно завышенное значение.

Таким образом, при использовании АМКЛ для построения экспертной системы необходимо иметь алгоритм нахождения максимальной суммарной мощности, который заключается в следующем [28]:

1. Выбирают первый набор факторов (первую запись).
2. Подставляют значения факторов в результирующие импликанты математической модели. Отмечают те результирующие импликанты, где предельные условия соблюдаются.
3. Суммируют мощность отмеченных импликант.
4. Суммарный результат запоминают.
5. Переходят (выбирают) к следующему набору факторов (следующую запись).
6. Повторяют пункты 2 – 3.
7. Полученный суммарный результат сравнивают с предыдущим. Если он превышает предыдущий, то его запоминают.
8. Повторяют пункты 5 – 7 со всеми остальными записями, после чего принимают значение по п. 7 за максимальную мощность.

Предложенный алгоритм подсчета максимальной мощности основан на переборе возможных значений каждого набора факторов и на первый взгляд является не рациональным, если не учитывать вторую поставленную перед собой задачу. Она заключается в анализе каждого фактора для определения его чувствительности влияния на максимальную мощность, что нужно исследователю для познания тонкостей полученной математической модели и природы влияния фактора на результат (см. раздел 5.8.1). Эту операции можно выполнить в едином программном обеспечении (см. программу **AnalAMCL**).

Режим, в котором программа вычисляет максимальную мощность, показан на рис. 72. Одновременно с этим можно посмотреть мощность по каждой записи в естественном порядке их расположения в базе данных, так и в порядке убывания мощности.

Первый режим интересен исследователю в том случае, если записи заносились в базу по мере фиксации случая во времени. Тогда он будет просматривать мощность во времени, что может быть нужным для анализа результата.

Последний режим просмотра нужен исследователю для оценки монотонности убывающей мощности и понимания того, что максимальная мощность не является выбросом в точке (что не желательно для экспертной системы).

Выбор АМКЛ как инструментария для построения экспертной системы во многом определяется его уникальными свойствами:

1. Полученная модель с помощью АМКЛ представляет по сути дела собой готовую базу знаний, в которой четко прописаны правила причинно-следственных взаимосвязей между атрибутами объекта и состоянием целевой переменной с указанием мощности каждой импликанты, что позволяет более точно отражать действительность.
2. За счет встроенного механизма склеивания полученных результатов позволяет получать краткие нетривиальные (неочевидные) выводы из больших объемов информации, т.е. получаем упрощенную структуру извлеченных знаний.
3. Алгоритм АМКЛ дает возможность решать задачи, не поддающиеся алгоритмированию.
4. АМКЛ обладает способностью интуитивного мышления. При не достаточном объеме исходной информации алгоритм, находя область определения переменных в результирующих импликантах, логически покрывает недостаток информации. Это свойство АМКЛ имеет благодаря особенностям формирования пределов переменных непосредственно в пространстве предикатов.

Необходимо также отметить, что АМКЛ представляет собой приемлемое средство решения таких задач, в которых имеется много эмпирических данных, но нет алгоритма, обеспечивающего получение достаточно точного решения с достаточно высоким быстродействием.

Важно отметить, что для построения экспертной системы нужно иметь хорошо верифицированные случаи как достигающие цель, так и не достигающие ее. При этом исследователь должен не забывать, что чем больше случаев он предъявляет АМКЛ, тем более точно она будет отражать действительность.

### 5.10. Особенности анализа результирующих импликант

1. Исследователю важно знать, что в практической работе они могут сталкиваться со случаями частичного совпадения области определения отдельных факторов прямой и обратной модели. Такие случаи показаны на следующих рисунках:

рис. 44:  $17 < X_1 < 19$  для  $X_{16}=1$  и  $16 < X_1 < 18$  для  $X_{16}=0$ ;

рис. 48:  $3,4 < X_5 < 3,6$  для  $X_{16}=1$  и  $3,2 < X_5 < 3,55$  для  $X_{16}=0$ ;

рис. 50:  $3,4 < X_7 < 3,6$  для  $X_{16}=1$  и  $3,32 < X_7 < 3,5$  для  $X_{16}=0$ .

Рассматривая эти случаи можно обратиться к данным для того, чтобы убедиться в отсутствии перекрытия по конкретным данным. Алгоритм АМКЛ предлагает исследователю пределы значений факторов от одной до другой величины, а не отдельные точечные значения. Перекрытие областей определения объясняется недостаточностью данных. В таких случаях алгоритм АМКЛ формирует пределы определения для того, чтобы пользователь мог использовать промежуточные значения факторов, а не только те, которые были в базе данных.

В таких случаях рекомендуется:

- увеличить число данных;
- если невозможно увеличение числа данных, то тогда необходимо вручную откорректировать пределы, ориентируясь на данные в базе, исключив перекрытие пределов определения фактора в прямой и обратной модели.

2. Исследователя чаще всего интересуют те результирующие импликанты, которые имеют большую мощность. Но это мет быть не всегда. Чаще всего наличие большого числа результирующих импликант малой мощности свидетельствует об отрицательном результате в построении приемлемой для анализа математической модели.

3. Если исследователь строит более одной модели для сравнения, то тогда это сравнение по одним и тем же результирующим импликантам необходимо делать в доверительных интервалах или используя одну из мер сходимости [2]. При этом таблица сопряженности может выглядеть в следующем виде:

Таблица 9

Таблица сопряженности

	Мощность сравниваемой результирующей импликанты	Разность между максимально возможной мощ- ностью резуль- тирующих им- пликант и мощ- ностью рассмат- риваемой им- пликанты
Первая модель	<b>a</b>	<b>b</b>
Вторая модель	<b>c</b>	<b>d</b>

Для вычисления максимально возможной мощности можно использовать программу **AnalAMCL** (режим показан на рис. 72).

### 5.11. Совершенствование алгебраической модели конструктивной логики

В построение алгебраической модели конструктивной логики имеется два подхода:

- традиционный, основанный на формировании математической модели в едином (не разделяемом) цикле вычислений [7, 8];
- двухэтапный, основанный на первоначальном формировании множественного точечного пространства результирующих точек с последующим «склеиванием» их в результирующие импликанты [9, 24, 26].

Совершенствование алгебраической модели конструктивной логики направлено на реализацию второго подхода, который благодаря разделяемости на два этапа позволяет расширить функциональные возможности этого алгоритма.

Рассмотрим особенности АМКЛ на простом тестовом примере:

Таблица 10

Номер строки	Переменные				Результат (цель) Z
	X1	X2	X3	X4	
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

Результат АМКЛ представлен следующими импликантами:

$$(3 < X_3 < 7) \& (0 < X_1 \leq 5), W=2, \text{ строки } 2, 5$$

$$(2 \leq X_3 < 3) \& (0 < X_4 \leq 6), W=1, \text{ строка } 6,$$

где  $W$  – мощность (степень значимости).

Простота приведенного примера позволяет нам в диапазонах переменных результирующих импликант обнаружить комбинации, которых нет в исходных данных:

Таблица 11

Результирующая импликанта	Нет в исходных данных
$(3 < X_3 < 7) \& (0 < X_1 \leq 5)$	$X_3=4, X_1=3...4$ $X_3=5, X_1=1...5$ $X_3=6, X_1=1...5$
$(2 \leq X_3 < 3) \& (0 < X_4 \leq 6)$	$X_3=2, X_4=1...5$

Этот факт позволяет нам говорить о статистически не подтвержденном результате АМКЛ. В тоже время мы можем это воспринимать как издержки простоты тестового примера. В практике АМКЛ применяется для достаточно больших массивов, в котором каждая переменная представлена всеми его состояниями. Кроме того, мы можем говорить об эффекте “домысливания” АМКЛ при работе со статистическим срезом данных, предназначенным, например, для оптимизации числа вновь создаваемой информационной базы [25].

Тем не менее, как теоретически, так и на практике мы имеем дело с достаточно ощутимым разбросом частоты каждого состояния переменной. Это будет сказываться на достоверности результата тем сильнее, чем меньше массив исходных данных.

В некоторых случаях это является крайне нежелательным, в частности, при построении прогностических таблиц (экспертных систем). Для них важным является статистическая подтвержденность каждого состояния каждой переменной.

Следовательно, изложенная особенность работы АМКЛ, прежде всего, связана с аспектами ее применения.

Другой особенностью АМКЛ является возможность получения не оптимального результата. Из приведенного тестового примера не трудно увидеть другие результаты, в частности:

$$(X_1=5) \& (X_2=5), W=2, \text{ строки } 2, 6$$

$$(X_3=4) \& (X_4=4), W=2, \text{ строки } 2, 5$$

Этот результат качественно отличается от результата АМКЛ: результирующая импликанта с переменными  $X_3$  и  $X_4$  не входят в диапазон результата АМКЛ, и имеет мощность 2, а не 1; первая импликанта составлена с другими переменными и не уступает результату АМКЛ по мощности.

В ряде случаев важно знать самые мощные сочетанные воздействия на результат, например, при выявлении причинно-следственных связей.

Еще одной особенностью АМКЛ является невозможность представления результата в виде сочетанных состояний переменных. АМКЛ при оценке мощности уравнивает все состояния переменной, показывая ее в диапазоне изменения переменной. Зная, что различные состояния переменных имеют различную статистическую подтвержденность, мы не можем утверждать о различных мощностях результирующих импликант с конкретными состояниями переменной.

Для выбранного тестового примера результат АМКЛ можно представить в виде сочетанных состояний значений переменных:

$$(X_3=4) \& (X_1=5), W=1, \text{ строка } 2$$

$$(X_3=4) \& (X_1=2), W=1, \text{ строка } 5$$

$$(X_3=2) \& (X_4=6), W=1, \text{ строка } 6$$

т.е. максимальная мощность импликанты равна 1, а число переменных равно 3.

Приведенный результат существенно отличается от первоначального результата АМКЛ, что может сказаться на выводах, сделанных в результате интерпретации результирующих импликант.

В подтверждение этому можно привести еще один возможный результат:

$$(X_3=4) \& (X_4=4), W=2$$

$$(X_3=2) \& (X_4=6), W=1$$

т.е. максимальная мощность импликанты равна 2, а число переменных равно 2.

Этот результат можно представить в свернутом виде, приближаясь тем самым к виду представления результирующих импликант АМКЛ:

$$(X_3=4;2) \& (X_4=4;6), W=3$$

Таким образом, более строгое представление результата полезно для углубленного анализа данных.

Разработанный алгоритм [9] алгебраической модели воздействия сочетанных факторов расширяет и дополняет возможности АМКЛ, а также позволяет освободиться от ряда недостатков.

Предлагаемый алгоритм заключается в следующем:

1. Задаем массив данных:

Таблица 12

Номер строки	Переменные					Результат (цель) Z
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	...	X <sub>n</sub>	
1	X(1,1)	X(1,2)	X(1,3)	...	X(1,n)	Z(1)
2	X(2,1)	X(2,2)	X(2,3)	...	X(2,n)	Z(2)
3	X(3,1)	X(3,2)	X(3,3)	...	X(3,n)	Z(3)
...	...	...	...	...	...	...
m	X(m,1)	X(m,2)	X(m,3)	...	X(m,n)	Z(m)

- Квантуем те переменные, которые на строках 1, 2, ... m имеют слишком большой набор значений, например, более 20.
- Осуществляем входной контроль массива данных, для чего:
  - находим и исключаем те переменные, значения которых на всех строках одинаково;
  - находим и исключаем те строки, в которых набор значений всех переменных X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, ... X<sub>n</sub> совпадает как для выбранного значения цели, так и для его иных значений.
- Для выбранной переменной (начинаем с X<sub>1</sub>) выделяем (по порядку следования строк) то значение, которое соответствует выбранному значению цели.
- Сравниваем выбранное значение с каждым значением каждой не целевой строки (не совпадающим со значением выбранной цели).

Если сравниваемое значение присутствует на каждой целевой строке и отсутствует на не целевых строках, то вычисления заканчиваются с результатом в виде выбранной переменной и максимальной мощностью (значимостью переменной на конечный результат), равной числу целевых строк.

Если сравниваемое значение отсутствует на всех не целевых строках, но присутствует на части целевых строк, то запоминаются сравниваемое значение и те целевые строки, на которых оно присутствует (считается, что сравниваемое значение частично покрыло целевые строки).

Если сравниваемое значение присутствует хотя бы на одной строке не целевой строке, то считается, что сравниваемое значение не покрыло ни одну целевую строку.

- Затем выбираем следующее целевое не повторяющееся с предыдущим значение (по порядку следования строк) выбранной переменной и осуществляем ее сравнение (в соответствии с пунктом 5). Сравнение заканчивается последним целевым не повторяющимся с предыдущим значением выбранной переменной.
- Операции 4 – 6 повторяются для каждой следующей переменной.
- Оценивается покрытие целевых строк одиночными переменными.

Для этого запомненные значения и строки группируются с целью сравнения номеров этих строк с номерами целевых строк.

Если переменные X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, ...X<sub>n</sub> покрывают все целевые строки, то вычисления заканчиваются с результатом в виде переменных с его значением и соответствующим этому значению мощности. При наличии более одного варианта покрытия целевых строк выбирается:

- по критерию приоритета максимальной мощности: вариант с наибольшим суммарным значением, но без излишнего числа переменных;
  - по критерию приоритета минимального числа переменных: вариант, требующий меньшее число переменных для покрытия всех строк, а при наличии в этом варианте выбора комбинаций переменных с различной мощностью – комбинацию с наибольшим значением мощности.
- Если одиночные переменные не покрывают все целевые строки, то тогда вместо одной переменной используют сочетания из **n** переменных по 2, затем по 3 и так далее до **n**. При этом вместо одного сравниваемого значения используется конъюнкция значений сочетаемых переменных. В остальном операции 4 – 8 повторяют с окончательной оценкой покрытия целевых строк с учетом предыдущих циклов сравнения меньшей сочетанности переменных.
  - Результат представляют:
    - в развернутом виде как конъюнкцию переменных обязательно по каждому значению с указанием его мощности;
    - в свернутом виде как конъюнкцию переменных с перечислением и (или) указанием диапазона значений с указанием мощности объединяемых значений переменных.

Поясним особенности построения и применения алгебраической модели воздействия сочетанных факторов.

Исходный массив данных может быть представлен в различном виде. Учитывая многообразие решаемых задач с различным числом переменных (в том числе больше 255, затрудняющим создание программного обеспечения) данные можно представить тремя полями:

номер переменной;  
номер строки;  
значение переменной.

При этом переменную, выбранную в качестве цели, можно обозначить нулевым номером.

Такая форма представления данных будет универсальной по отношению к числу переменных и может удачно сочетаться с формой представления статистических данных.

Пояснение работы рассматриваемого алгоритма будет осуществляться на выбранном тестовом примере, в котором переменные представлены как квантованные. В таком виде переменные часто встречаются в решаемых задачах, например, в здравоохранении, где кодируются пол, образование, территории и многое другое. Тем не менее, имеются переменные, которые необходимо квантовать. В частности, коды МКБ-10 не приспособлены для этого. Анализируя смертность, например, можно выбранный диапазон кодов первоначальной причины смерти обозначить единицей (100 – 199.X), а нулем – все, что находится за пределом этого диапазона кодов.

Если решаемая задача связана, например, с измеряемыми величинами, то значений переменных может быть достаточно много. Тогда существует возможность их квантования по уровню.

Следующим шагом подготовки данных является входной контроль.

Необходимо исключить те переменные, которые на всех строках имеют одно и то же значение. Такие переменные не влияют на результат, и их не имеет смысла использовать для расчета.

Также необходимо исключить те одинаковые строки, которые имеют различное значение цели (исключается неоднозначность).

Например:

Таблица 13

X1	X2	X3	X4	Z
5	6	3	4	1
5	6	3	4	0

Количество таких строк необходимо запомнить для того, чтобы оценить их долю в общем числе строк. Чем больше эта доля, тем ниже точность вычислений.

Суть рассматриваемого алгоритма сводится к покрытию целевых строк.

Сначала рассматриваются одиночные переменные.

Начинаем с X1. Находим в тестовой таблице 10, начиная сверху, первое значение X1 на строке Z=1 (строка 2, X1=5). Сравниваем это значение с таким же значением на не целевой строке (Z=0). В результате находим значение 5 на строке 1. Поскольку мы нашли на не целевой строке такое же значение, что и на целевой строке, дальнейшая работа с этим значением заканчивается (т.е. на строке 6 мы не будем выполнять указанное сравнение).

Следующее значение на целевой строке переменной X1 находится на строке 5 и равно 2. Просматриваем не целевые строки с X1=2 и находим это значение на строках 3 и 4. Таким образом, значение 2 исключается из дальнейшего рассмотрения.

На этом мы заканчиваем работу с переменной X1 и делаем вывод о том, что ни одно его значение не подходит нам для однозначного покрытия каких либо целевых строк. Следовательно, в результирующем выражении мы не увидим X1 в единственном числе.

Аналогичным образом мы просматриваем последовательно остальные переменные (X2, X3, X4). Среди них мы также не находим значений, однозначно покрывающих целевые строки. По этой причине одиночные переменные X2, X3, X4 мы также не встретим в результирующем выражении в единственном числе.

Затем рассматриваем различные сочетания переменных.

Для выбранного тестового примера возможны следующие сочетания:

из 4 по 2 – X1 X2, X1 X3, X1 X4, X2 X3, X2 X4, X3 X4;

из 4 по 3 – X1 X2 X3, X1 X2 X4, X1 X3 X4, X2 X3 X4;

из 4 по 4 – X1 X2 X3 X4.

Начинаем с X1 X2. На первой целевой строке (строка 2) мы находим значения 5, 5. Сравниваем эти значения с такими же значениями на не целевых строках. В результате на не целевых строках 5 и 6 мы не находим такое сочетание значений. Это означает, что сочетания переменных X1 и X2 со значением 5 покрывают часть целевых строк. Теперь нам предстоит запомнить для дальнейших вычислений эти переменные (X1=5, X2=5) с их значениями, а также те целевые строки, на которых мы встретим эти значения (строки 2 и 6).

Для удобства мы будем осуществлять запоминание занесением информации в таблицу 14.

На следующей целевой строке (строка 5) мы находим X1=2 и X2=6. Сравниваем эти значения с такими же значениями на не целевых строках (строки 1, 3, 4, 7). В результате мы находим на не целевой строке 3 значения X1=2 и X2=6. Из этого мы делаем вывод, что значения X1=2 и X2=6 не подходят нам для покрытия целевых строк, и по этой причине мы их не заносим в таблицу 14.

Аналогично поступаем со всеми остальными сочетаниями переменных из 4 по 2, а затем из 4 по 3. Завершаем сравнение сочетанием всех переменных.

Следующим шагом производим поглощение сочетанных переменных там, где это возможно. Для этого поглощаемое сочетание переменных необходимо полностью покрыть предшествующими сочетаниями переменных так, как это показано в табл. 14. Не поглощенные сочетания переменных (в табл. 14 выделены жирным шрифтом) переносим в табл. 15. Из этой таблицы видно, что некоторые сочетания переменных повторяются (для рассматриваемого примера X1=5; X2=5 и X3=4; X4=4).

Таблица 14

Номер целевой строки	Переменные				Возможные варианты полного поглощения
	X1	X2	X3	X4	
2	5	5			X1 X2 и X2 X3 или X1 X2 и X1 X3 X1 X2 и X1 X4 X1 X3 и X3 X4 или X1 X4 и X3 X4 или X1 X3 и X1 X4 X2 X3 и X3 X4 X1 X2 и X3 X4 или X1 X4 и X2 X3 или X1 X2 и X2 X3 и X3 X4 или X1 X3 и X2 X3 и X3 X4 или X1 X4 и X2 X3 и X3 X4 или X1 X2 и X1 X3 и X1 X4
	5		4		
	5			4	
		5	4		
	5	5	4		
	5	5	4		
	5	5	4		
5	2		4		X1 X3 и X2 X3  X1 X3 и X3 X4 X2 X3 и X2 X4 или X2 X3 и X3 X4 X1 X3 и X2 X4 или X1 X3 и X2 X3 и X3 X4
		6	4		
		6		4	
	2	6	4		
	2	6		4	
	2	6	4		
	2	6	4		
6	5	5		6	X1 X2 и X2 X3 X1 X2 и X1 X4 или X1 X2 и X2 X4 или X1 X4 и X2 X4 X1 X4 и X3 X4 X2 X3 и X3 X4 или X2 X3 и X2 X4 X1 X2 и X3 X4 или X1 X2 и X2 X3 и X2 X4 или X1 X2 и X1 X4 и X2 X3 или X1 X4 и X2 X3 и X2 X4 или X1 X4 и X2 X3 и X3 X4 или X1 X4 и X2 X4 и X3 X4
	5		2		
		5	2		
	5	5		6	
	5		2	6	
		5	2	6	
	5	5	2	6	

Таблица 15

Номер строки	Переменные			
	X1	X2	X3	X4
2	5	5		
	5		4	
	5			4
		5	4	
			4	4
5	2		4	
		6	4	
		6		4
			4	4
6	2	2		4
	5	5		
	5			6
		5	2	
		5		6
		2	6	

Размещенные в табл. 15 сочетания переменных необходимы для полного покрытия целевых строк. Покрытие по строкам подразумевает выбор для каждой строки одного из сочетаний переменных, показанных в табл. 15.

Например, возможен следующий вариант:

$$\begin{aligned}
 & X1=5 \ \& \ X3=4 \ (\text{покрывает строку 2}); \\
 & X1=2 \ \& \ X3=4 \ (\text{покрывает строку 5}); \\
 & X3=2 \ \& \ X4=6 \ (\text{покрывает строку 6}),
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

что соответствует пределам результирующих импликант традиционной алгебраической модели (9). Другим примером может служить следующий вариант:

$$\begin{aligned} X1=5 \ \& \ X2=5 \ (\text{покрывает строки 2 и 6}); \\ X3=4 \ \& \ X4=4 \ (\text{покрывает строки 2 и 5}). \end{aligned} \quad (11)$$

В данном случае вторая целевая строка покрывается дважды. Такое избыточное покрытие целевых строк не искажает результат. С аналогичным подходом мы можем встретиться в синтезе цифровых автоматов. Такой прием позволяет результат в ряде случаев представить с максимальным значением мощности.

В результате этого формируется множественное точечное пространство результирующих составляющих, которое в дальнейшем будет служить исходным материалом для их объединения («склеивания»).

Из табл. 14 видно, что имеется возможность покрытия строк (обязательно всех) различным образом. По этой причине возникает задача оптимизации выбора варианта. Для этого нужны критерии выбора. Такими критериями могут быть:

1. Приоритет максимальной мощности.
2. Приоритет минимального числа переменных.

Критерий максимальной мощности предусматривает выбор варианта в первую очередь по максимальной мощности. Оставшиеся варианты отбирают сначала по минимальному числу переменных, а затем по минимальному числу наборов значений переменных.

Для этого выявляем число сочетаний переменных в табл. 15 с не пустыми значениями и заносим их в табл. 16 по убыванию их количества и после этого по убыванию числа переменных.

Таблица 16

Сочетание переменных	Кол-во	Строки	Пояснения
X1 X2	3	2, 5, 6	X1=5 & X2=5; X1=2 & X2=2; X1=5 & X2=5
X2 X3	3	2, 5, 6	X2=5 & X3=4; X2=6 & X3=4; X2=5 & X3=2
X3 X4	3	2, 5, 6	X3=4 & X4=4; X3=4 & X4=4; X3=2 & X4=6
X1 X3	2	2, 5	X1=5 & X3=4; X1=2 & X3=4
X1 X4	2	2, 6	X1=5 & X4=4; X1=5 & X4=6
X2 X4	2	5, 6	X2=6 & X4=4; X2=5 & X4=6
X1 X2 X4	1	5	X1=2 & X2=2 & X4=4

Далее в табл. 16 просматриваем сочетания переменных сверху вниз и выявляем те, которые покрывают все строки. Если таких сочетаний переменных не находится, то тогда начинаем просматривать различные комбинации сочетанных переменных (сочетания из  $n$  сочетанных переменных по 2, затем из  $n$  по 3 и т.д.), начиная в табл. 16 сверху вниз. Этот перебор заканчиваем при нахождении первого варианта полного покрытия всех строк.

Для данного примера комбинировать сочетанными переменными не требуется, так как на первой строке табл. 16 X1 X2 покрывает все строки и их можно брать за конечный результат:

$$(X1=5;2;5) \ \& \ (X2=5;2;5) \quad W=3$$

Простота данного примера позволяет нам увидеть и другие равноценные результаты:

$$(X2=5;6;5) \ \& \ (X3=4;4;2) \quad W=3 \quad \text{или} \quad (X3=4;4;2) \ \& \ (X4=4;4;6) \quad W=3.$$

В связи с этим возникает вопрос о выборе одного из вариантов. При этом надо иметь в виду, что такая ситуация будет возникать при малом (как в данном примере) массиве данных. Чаще всего исследователь стремится обрабатывать достаточно большой массив информации и по этой причине искать ответ на поставленный вопрос не требуется. Но, если исследователь намерен обрабатывать небольшие массивы данных (например, результаты экспериментов), то тогда можно включить в рассматриваемый алгоритм выбор оптимального варианта (из равноценных по мощности результирующих импликант). Возможным вариантом для этого может быть оценка по минимальной сумме абсолютной разности между значениями переменных, что будет облегчать процедуру вычисления пределов определения переменных в результирующих импликантах. Для выявленных трех результирующих вариантов такая оценка будет выглядеть следующим образом:

$$|5-2| + |2-5| + |5-2| + |2-5| = 12 \quad (\text{для первого варианта});$$

$$|5-6| + |6-5| + |4-4| + |4-2| = 4 \quad (\text{для второго варианта});$$

$$|4-4| + |4-2| + |4-4| + |4-6| = 4 \quad (\text{для третьего варианта}).$$

В результате этой оценки можно сделать вывод о равноценности второго и третьего вариантов.

Затем равноценные варианты отбирают по минимальному числу результирующих импликант. Поскольку в рассматриваемом примере комбинаций сочетанных факторов нет, то второй и третий варианты равноценны и по этому критерию.

Окончательно первый из них принимаем за результат.

Рассмотренный критерий максимальной мощности может быть полезен для случаев выявления наиболее существенных факторов, влияющих на результат. Чаще всего такие случаи характерны для выявления причинно-следственных связей.

Критерий минимального числа переменных предусматривает выбор варианта в первую очередь с минимальным числом переменных, после чего сочетанные переменные в табл. 16 сортируют по максимальной мощности и затем отбирают по минимальному числу наборов значений переменных.

Данный критерий требует только иной сортировки сочетанных переменных в табл. 16. Остальные действия аналогичны предыдущему критерию максимальной мощности. Расположение сочетанных переменных в табл. 16 определяет приоритет выбора, что удобно при практической реализации рассматриваемого алгоритма в виде программного продукта.

Простота рассматриваемого примера не позволяет увидеть различие в рассматриваемых критериях. Критерий минимального числа переменных будет иметь такой же результат, как и критерий максимальной мощности:

$$(X_2=5;6;5) \& (X_3=4;4;2) \quad W=3 \quad (12)$$

Следующим шагом в рассматриваемом алгоритме является переход от множественного точечного представления к формату пределов определения переменных, как это имеет место в представлении результата (результатирующих импликант) в традиционном алгоритме АМКЛ.

Возможны различные способы перехода. Рассмотрим два из них.

Первый способ прост в реализации и заключается формированием предела от минимального значения переменной по максимальное значение. Для результирующего выражения (12) пределы и импликанта будут выглядеть следующим образом:

$$(5 \leq X_2 \leq 6) \& (2 \leq X_3 \leq 4) \quad W=3 \quad (13)$$

Из выражения (13) видно, что пределы  $2 \leq X_3 \leq 4$  покрывают значение  $X_3=3$ , которого нет в табл. 3 на целевой строке, но имеется на не целевой строке. Это означает, что обратная модель в отдельных случаях может иметь результирующую импликанту, покрывающую  $X_3=3$ . Это является недостатком данного способа, который будет в меньшей степени проявлять себя при увеличении исходного массива данных и по этой причине его можно использовать на практике.

Второй способ заключается в следующем (рассматривается на отвлеченном примере):

1. Разбиваем результирующие значения с одноименными сочетанными переменными на группы с убыванием веса:

1.  $(X_1=9) \& (X_3=11)$ ,  $W=8$
  2.  $X_1=5) \& (X_3=2)$ ,  $W=7$
  3.  $(X_1=4) \& (X_3=3)$ ,  $W=5$
  4.  $(X_1=7) \& (X_3=6)$ ,  $W=4$
  5.  $(X_1=6) \& (X_3=7)$ ,  $W=3$
  6.  $(X_1=1) \& (X_3=8)$ ,  $W=1$
1.  $(X_2=17) \& (X_4=15)$ ,  $W=9$
  2.  $(X_2=20) \& (X_4=13)$ ,  $W=7$
  3.  $(X_2=15) \& (X_4=12)$ ,  $W=5$
  4.  $(X_2=10) \& (X_4=4)$ ,  $W=4$
  5.  $(X_2=7) \& (X_4=3)$ ,  $W=2$
  6.  $(X_2=5) \& (X_4=3)$ ,  $W=1$

2. Задаемся величиной дискрета (например,  $1/5$ ) и вычисляем его для каждой переменной:

$$\begin{aligned} \Delta X_1 &= (X_{1\max} - X_{1\min})/5 = (9-1)/5 = 1,6; \\ \Delta X_3 &= (X_{3\max} - X_{3\min})/5 = (11-2)/5 = 1,8; \\ \Delta X_2 &= (X_{2\max} - X_{2\min})/5 = (20-5)/5 = 3; \\ \Delta X_4 &= (X_{4\max} - X_{4\min})/5 = (15-3)/5 = 1,4. \end{aligned}$$

3. Находим пары, не отличающиеся по значениям больше чем один выбранный дискрет одновременно по всем переменным в каждой группе. Для этого последовательно сравниваем результирующие импликанты между собой: 1 с 2, 1 с 3 и т.д., далее 2 с 3, 2 с 4 и т.д. В результате получаем следующие пары в каждой группе:

$$\begin{array}{l} 1 \\ 2 + 3 \\ 4 + 5 \\ 6 \\ \quad 1 + 2 \\ \quad 1 + 3 \\ \quad 4 + 5 \\ \quad 5 + 6 \end{array}$$

4. Объединяем полученные пары (там, где это возможно) с совпадающими номерами результирующих импликант в каждой группе:

$$\begin{array}{l} 1 \\ 2 + 3 \\ 4 + 5 \\ 6 \\ \quad 1 + 2 + 3 \\ \quad 4 + 5 + 6 \end{array}$$

5. Суммируем мощности объединяемых импликант:

$$\begin{aligned} 1 &\Rightarrow (X_1=9) \& (X_3=11), \quad W=8; \\ 2 + 3 &\Rightarrow (X_1=4;5) \& (X_3=2;3), \quad W=12; \end{aligned}$$

$$4 + 5 \Rightarrow (X1=6;7) \& (X3=6;7), \quad W=7;$$

$$6 \Rightarrow (X1=1) \& (X3=8), \quad W=1;$$

$$1 + 2 + 3 \Rightarrow (X2=15;17;20) \& (X4=12;13;15), \quad W=21;$$

$$4 + 5 + 6 \Rightarrow (X2=5;7;10) \& (X4=3;3;4), \quad W=7.$$

6. В объединенных импликантах устанавливаем пределы от минимального до максимального значения:

$$(X1=9) \& (X3=11), \quad W=8;$$

$$(4 \leq X1 \leq 5) \& (2 \leq X3 \leq 3), \quad W=12;$$

$$(6 \leq X1 \leq 7) \& (6 \leq X3 \leq 7), \quad W=7;$$

$$(X1=1) \& (X3=8), \quad W=1;$$

$$(15 \leq X2 \leq 20) \& (12 \leq X4 \leq 15), \quad W=21;$$

$$(5 \leq X2 \leq 10) \& (3 \leq X4 \leq 4), \quad W=7.$$

7. Получаем окончательный вариант после сортировки по убыванию мощности полученных результирующих импликант:

$$(15 \leq X2 \leq 20) \& (12 \leq X4 \leq 15), \quad W=21;$$

$$(4 \leq X1 \leq 5) \& (2 \leq X3 \leq 3), \quad W=12;$$

$$(X1=9) \& (X3=11), \quad W=8; \quad (14)$$

$$(6 \leq X1 \leq 7) \& (6 \leq X3 \leq 7), \quad W=7;$$

$$(5 \leq X2 \leq 10) \& (3 \leq X4 \leq 4), \quad W=7;$$

$$(X1=1) \& (X3=8), \quad W=1.$$

Возможны и другие способы «склеивания» точечных результатов на основании различного анализа (обзора окрестности) в каждой группе.

Рассмотренный алгоритм по сравнению с традиционным алгоритмом АМКП имеет следующие достоинства и недостатки:

1. Более точно отражает действительность.
  2. Позволяет получить более оптимальный вариант.
  3. Сложный в реализации алгоритм (в части создания программного обеспечения).
- Основными направлениями использования рассмотренного алгоритма являются:
1. Выявление причинно-следственных связей.
  2. Построение экспертных систем.
  3. Оптимизация создаваемых регистров по числу задействованных полей.

## 5.12. Использование алгебраических моделей 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.

5. Модифицированная алгебраическая модель 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.

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.

## 6. ИСТОЧНИКИ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В здравоохранении можно выделить следующие наиболее важные источники информации для выполнения аналитических работ:

- электронная история болезни;
- талон амбулаторного пациента;
- карта выбывшего из стационара;
- медицинская статистика;
- регистры по проблемным направлениям здравоохранения.

Рассмотрим последние из них как наиболее часто используемые в практике аналитических работ.

### 6.1. Регистр смертности населения

Программное обеспечение регистра смертности (шифр **ACMERU**) позволяет [9, 11-16, 18, 19]:

1. Вводить данные, осуществляя автоматизированное кодирование множественных причин смерти с автоматическим выбором первоначальной причины смерти (с использованием внешнего модуля Асте.exe, CDC, USA), автоматической расстановкой строк п. 19 медицинского свидетельства о смерти и обширным логическим контролем (включая правильность кодирования, выявление повторных записей).
2. Выводить на бумажный носитель медицинское свидетельство о смерти.
3. Просматривать записи, осуществлять обширный поиск данных.
4. Объединять данные на уровне учреждения здравоохранения, района, области и другой территории с возможностью входного контроля и исправлений ошибок.
5. Выводить данные на экран или бумагу по результатам гибких запросов и в виде отдельных отчетов.
6. Контролировать качество посмертной диагностики.
7. Осуществлять импорт справочников, поддерживаемых на областном уровне, а также вести собственные справочники.
8. Производить пакетную обработку всего массива в части правильной расстановки строк и автоматического выбора первоначальной причины смерти.
9. Осуществлять экспорт и импорт данных.
10. Формировать различные списки данных.
11. Осуществлять различные операции с базой.

Программное обеспечение работает в среде **Access**. Внешние модули автоматического определения первоначальной причины смерти и распознавания текста реализованы на языке Visual C++. Внешний вид программы показан на рис. 73.

На нем цветом выделены слева на право подготовительные операции, ввод данных и операции с данными, а также имеется режим, вызываемый скрытой кнопкой и предназначенный для лиц, осуществляющих приемку и верификацию массивов.

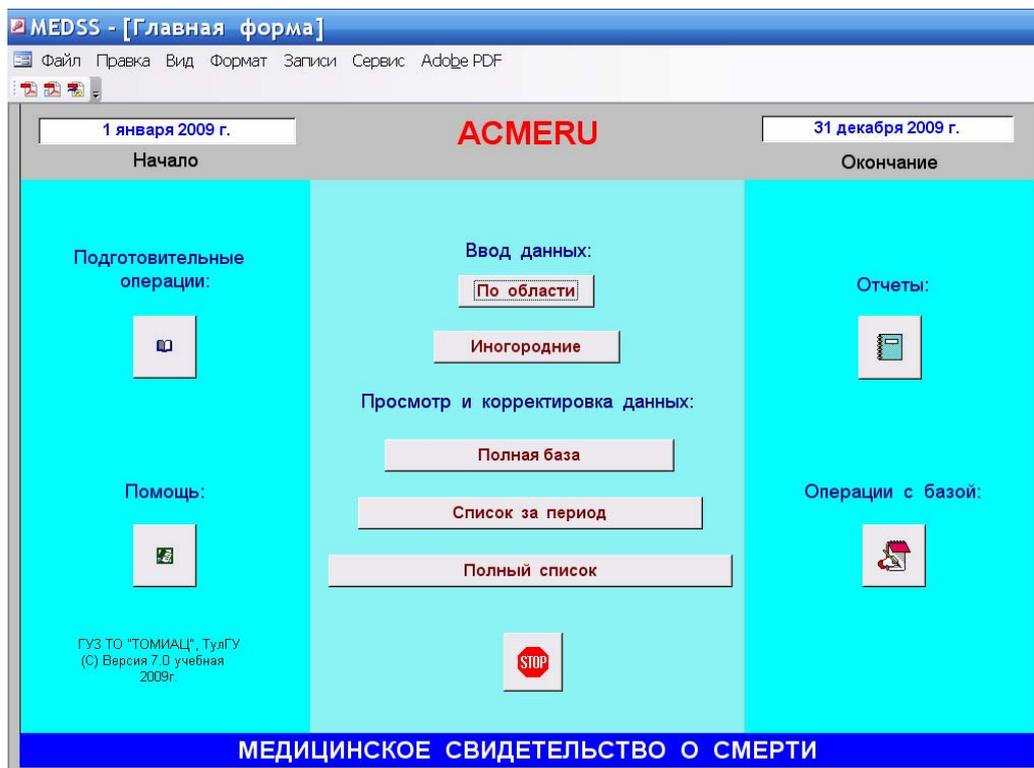


Рис. 73. Внешний вид программы **ACMERU**

Перед началом работы и в процессе смены версий программы целесообразно пользоваться режимом подготовительных операций (рис. 74).

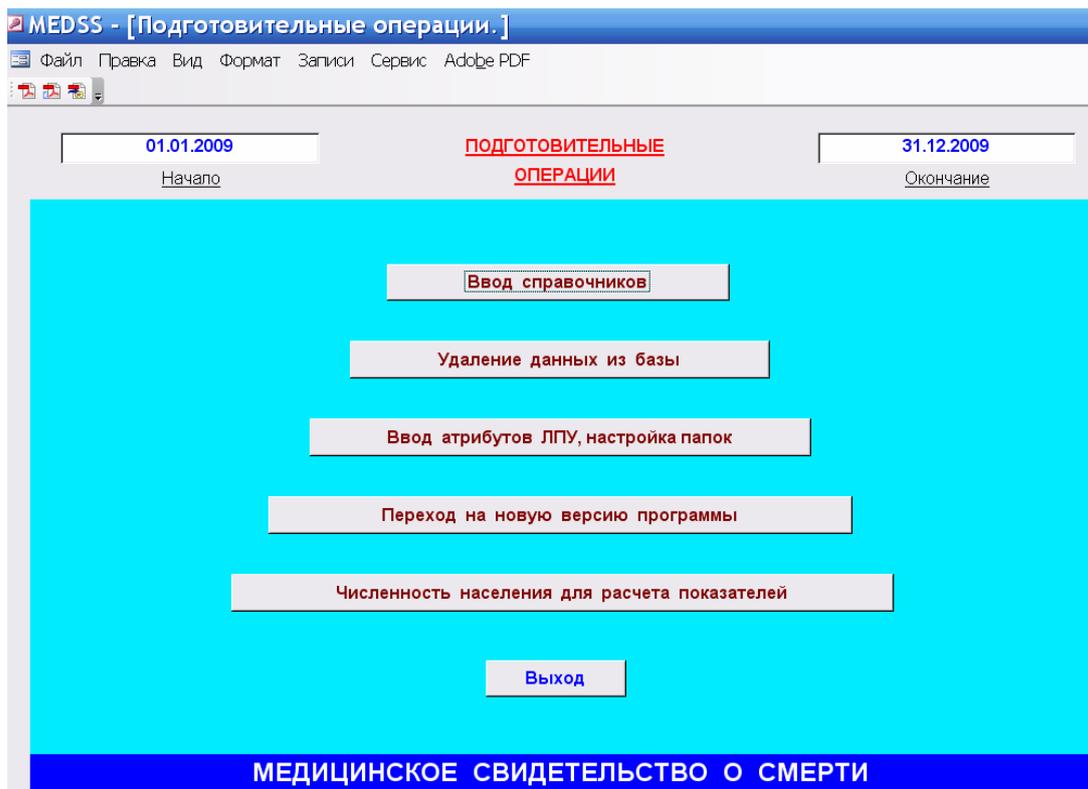


Рис. 74. Режим подготовительных операций

В режиме подготовительных операций пользователь имеет возможность:

- просматривать справочники областного уровня;
- вводить данные в справочники районного уровня;
- удалять данные из всех баз;
- вводить атрибуты учреждения, которые будут вставляться по умолчанию (исключает ввод повторяющихся данных об учреждении, его местонахождении и серии свидетельства);
- экспортировать введенные данные (включая справочники) и импортировать их после замены версии программы;
- ввести численность населения для расчета показателей.

В режиме ввода программой предусмотрена возможность отдельного ввода проживавших в области и иногородних, включая лиц без определенного места жительства. Отличаются режимы различными справочниками территорий. Имеется режим просмотра и корректировки полной базы. В этом режиме первоначально выводится на экран краткая форма с наиболее важной информацией для обзора записей с возможностью перехода на подробную форму по выбранной записи. Кроме этого, просмотр записей можно осуществлять в виде списка с аналогичными возможностями.

Пользователь, работая с программой, имеет возможность вывести на бумажный носитель медицинское свидетельство и корешок к нему (рис. 75). Поэтому пользователю не нужно первоначально заполнять бланк, а после вводить данные в машину. Для этого необходимо использовать первичную медицинскую документацию. В тоже время, для облегчения ввода и сохранения преемственности с привычной для пользователя видом свидетельства, форма ввода имеет ту же последовательность полей и нумерацию, что на бумажном носителе.

В случае необходимости пользователь может выдать дубликат свидетельства, для чего он имеет возможность открыть специальную форму ввода и дополнить к выбранной записи в основной базе дату выдачи дубликата, серию дубликата, номер дубликата и распечатать его на бумагу.

На рис. 76 - 78 показан ввод данных по пунктам 1 – 19 медицинского свидетельства о смерти. В процессе ввода данных отдельные поля, в зависимости от предшествующей информации, открываются или закрываются для ввода, а также меняется информация в подключенных справочниках. Так, например, справочник населенных пунктов местного подчинения (рис. 77) формируется путем фильтрации данных для ранее введенного района/города областного подчинения.

Открытие полей для ввода п. 16 по травмам и отравлениям находится в зависимости от информации, введенной в п. 15 (рис. 78) свидетельства о смерти.

Кодирование множественных причин смерти пользователь осуществляет следующим образом (рис. 79 - 80).

Для этого он вводит в поле первые буквы словесной формулировки причины смерти, с подтверждением

ем выдаваемой программой подсказки или сразу раскрывает справочник при вводимом поле и выбирает требуемую запись. При вводе формулировки одновременно вставляется код в соседнем поле, соответствующий выбранной формулировке.

Рис. 75. Начальная вкладка ввода данных

Рис. 76. Вкладка ввода пп. 1-4, 9-11 свидетельства о смерти

**MEDSS - [Свидетельство]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Удаление Поиск **ВВОД ОБЛ. ДАННЫХ** Замена строк Ошибки Выход

Начало п. 1-4, 9-11 **п. 5-8** п. 12-18 п. 19(I) п. 19(II) п.20-21 и доп. данные

**5. Место постоянного жительства (регистрации) умершего:**

Республика, область (край): Тульская область

район/город областного подчинения: Богородицкий район

населенный пункт местного подчинения: пос.Романцевский

**6. город/село:** село

улица: XXXXXXX

дом: XX

корпус:

квартира: -

**7. Место смерти:**

Республика, область (край): Тульская область

район/город областного подчинения: Богородицкий район

населенный пункт местного подчинения: пос.Романцевский

**8. город/село:** село

улица:

дом:

корпус:

квартира:

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 77. Вкладка ввода п. 5-8 свидетельства о смерти

**MEDSS - [Свидетельство]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Удаление Поиск **ВВОД ОБЛ. ДАННЫХ** Замена строк Ошибки Выход

Начало п. 1-4, 9-11 п. 5-8 **п. 12-18** п. 19(I) п. 19(II) п.20-21 и доп. данные

**12. Семейное положение:** состоял(а) в зарегистрированном браке

**13. Образование:** общее: начальное

**14. Занятость:** в экономике: неквалифицированные рабочие

**15. Смерть произошла:** от заболевания

**16. В случае смерти от несчастного случая, отравления или травмы:**

дата травмы (отравления):

время травмы (отравления):

место и обстоятельства, при которых произошла травма (отравление):

**17. Причины смерти установлены:** врач, лечивший умершего

**18. Фамилия И.О.врача (фельдшера):** Буянова О. А.

должность: врач общей практики

на основании: предшеств. наблюден. за больным

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 78. Вкладка ввода п. 9-15 свидетельства о смерти

Пользователи в практике также используют комбинацию раскрытия справочника, ввода первых букв и последующего выбора нужной записи из справочника. Если в процессе ввода подсказка перестала действовать, то можно задействовать режим распознавания текста двойным щелчком мыши по полю ввода, который позволит найти в справочнике наиболее похожий введенной фразе текст, даже если он находится внутри формулировки кода МКБ-10 или в написании текста допущены ошибки.

**MEDSS - [Свидетельство]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Удаление Поиск **ВВОД ОБЛ. ДАННЫХ** Замена строк Ошибки Выход

Начало п. 1-4, 9-11 п. 5-8 п. 12-18 **п. 19(I)** п. 19(II) п.20-21 и доп. данные

**19(I). Причины смерти:** АВТО П **C16.9**

а): **Кахексия злокачественная** C80.X

Период времени между началом патолог. процесса и смертью лет 3 мес 1 нед 1 сут час мин

б): **Рак желудка** C16.9

Период времени между началом патолог. процесса и смертью лет мес нед сут час мин

в):

Период времени между началом патолог. процесса и смертью лет мес нед сут час мин

г):

Период времени между травмой (отравлением) и смертью лет мес нед сут час мин

Не используемые коды МКБ-10

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 79. Вкладка кодирования множественных причин смерти

Другим приемом ввода кода является двойной щелчок мышью по полю, предназначенному для ввода кода МКБ-10. В результате раскрывается справочник со средствами поиска отдельно по коду или его части и формулировке или ее части. Процедуру поиска в справочнике можно делать одновременно по коду и по формулировке. Из выданного программой отфильтрованного списка пользователем нажатием кнопки вставляет выбранную курсором код и соответствующую этому коду формулировку.

Пользователь имеет право произвести кодировку причины смерти с собственной формулировкой. Для этого он использует прием ввода, заключающийся в ручном вводе формулировки и кода в соответствующие поля. Данный прием ввода требует высокой квалификации пользователя и внимание проверяющего к этим записям. Для облегчения нахождения таких записей при верификации базы имеется в служебном режиме возможность тестирования, облегчающего работу контролирующего специалиста.

**MEDSS - [Свидетельство]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Удаление Поиск **ВВОД ОБЛ. ДАННЫХ** Замена строк Ошибки Выход

Начало п. 1-4, 9-11 п. 5-8 п. 12-18 **п. 19(I)** **п. 19(II)** п.20-21 и доп. данные

**19(II). Прочие важные состояния, способствующие смерти, но не связанные с болезнью или патологическим состоянием, приведшим к ней:** МКБ-10

**Гипертоническая болезнь** I10.X

Хирургические процедуры:

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 80. Вкладка ввода раздела II п.19 свидетельства о смерти

Затем нажимается кнопка "Замена строк" (рис.79). Данный режим позволяет правильно расставить строки (что важно при кодировании), включая и второй раздел пункта 19 медицинского свидетельства о смерти (рис. 80). После этого нажимается кнопка **АВТО**. Программа сама выбирает код первоначальной причины смерти путем автоматического ввода отметки против строки и в специально отведенное поле. Кодирование осуществляется в строгом соответствии с общим принципом кодирования причин смерти, трем правилам и шести модификациям по Международной классификации болезней десятого пересмотра (том 2), что предотвращает ошибки в выборе первоначальной причины смерти [11]. Как показывает практика, это сокращает количество ошибок и повышает достоверность примерно до 98%. Пользователь имеет возможность двойным щелчком мыши по полю автоматического присвоения кода вызвать протокол автоматического выбора первоначальной причины смерти (рис. 81), в котором изложены логические действия модуля **АСМЕ** с указанием правил МКБ-10 (том 2).

Необходимо отметить, что внешний модуль **АСМЕ**, определяя первоначальную причину смерти, учитывает коды и второго раздела п. 19.

Если автоматическое определение первоначальной причины не произошло, то тогда ошибку следует искать, прежде всего, в неправильных цепочках. Для перемещения кодов и их формулировок с одной строки на другую имеются специальные кнопки.

Необходимо отметить, что правилами кодирования и модулем **АСМЕ** допускается присвоение кода первоначальной причины смерти не из предъявленного набора, а другим – обобщающим близкие состояния. В этом случае отметка напротив строк не ставится.

Если модуль **АСМЕ** не сможет выбрать первоначальную причину смерти, а пользователь уверен в своем кодировании, то тогда он проставляет отметку напротив выбранного кода.

Результат автоматического определения первоначальной причины смерти можно просмотреть нажатием кнопки "П".

В левом нижнем углу формы имеется кнопка "**не используемые коды**" для просмотра кодов, которые не применяются для кодирования причин смерти.

Заканчивается ввод данных нажатием кнопки "**Ошибки**". В результате пользователю будет не только указана ошибка, но дано разъяснение. Необходимо отметить, что обнаружение ошибки включает в себя много тестов, которые дополняют возможности модуля **АСМЕ**. Это позволяет верифицировать кодирование с достаточно большой достоверностью, достигающий 98% (по опыту работы с регистром смертности в Тульской области).

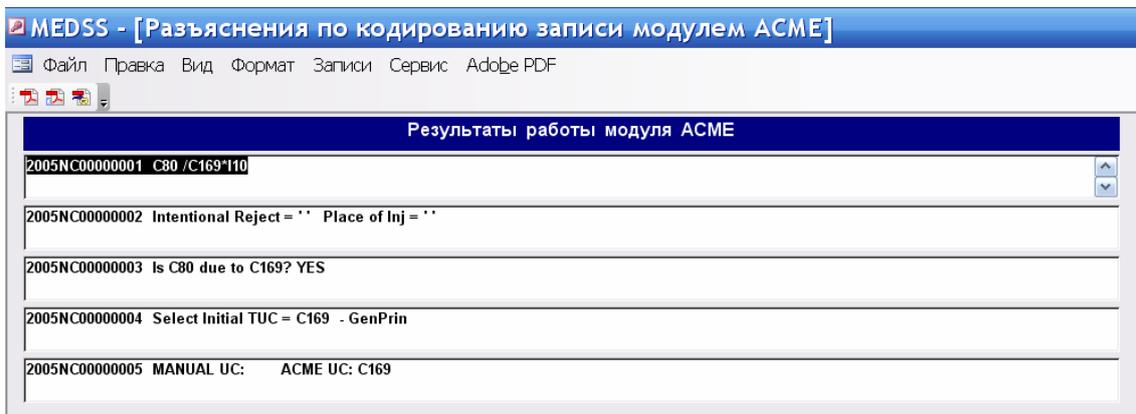


Рис. 81. Логика модуля **АСМЕ** в определении первоначальной причины смерти

В данном регистре, как и во многих других медицинских регистрах, используются большие по числу записей справочники, поиск нужной записи в которых не точно обозначенной информации затруднителен. Разработанный алгоритм для быстрого поиска нужной записи в базе с большим числом записей (в данном случае справочник синонимов МКБ-10) по не точному ключевому слову или фразе (включая грамматические ошибки) способен искать наиболее подходящий вариант из базы данных.

В отличие от алгоритмов нечеткого сопоставления строк не требует от пользователя выбора уровня достоверности и, при неправильно указанных параметрах, может не вывести никаких положительных результатов. Предложенный алгоритм динамически «настраивает» степень совпадения и находит наиболее похожий на заданную строку вариант.

Это реализовано посредством методом так называемого «скользящего увеличивающегося окна» (рис. 82). Его суть в том, что исходной поисковой строке выделяются сочетания букв для поиска и, затем, осуществляется поиск выбранного сочетания символов. В исходной строке сначала выделяется биграмма, которая состоит из первых двух букв заданного критерия поиска. После чего определяются записи таблицы, в которой присутствует данное сочетание букв, и их вес в исходном индексе записей увеличивается. После окончания поиска выбирается следующая биграмма, состоящая уже из второй и третьей буквы. Осуществляется аналогичный поиск. И так далее.

Таким образом, в исходной строке для поиска поочередно выбираются все пары составляющих ее символов. Это напоминает просмотр переданной строки для поиска окошком размером всего в два символа. В результате поиска биграммами мы получаем, что ячейки, в которых найдено больше совпадений

имеют большее значение по сравнению с теми, где разыскиваемые биграммы встречались редко. У ячеек, где не было найдено ни одного совпадения индекс остается равным нулю.

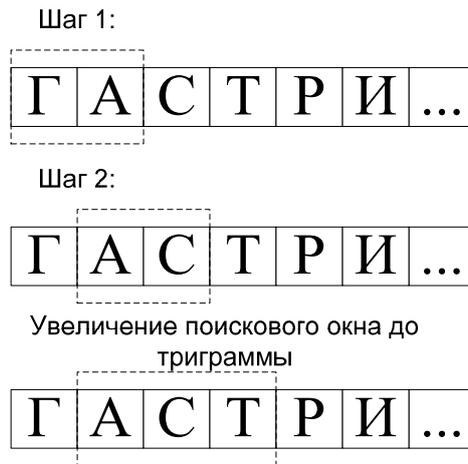


Рис. 82. Процесс пошагового сканирования и увеличения «окна»

Как показывает практика, в результате поиска биграмм происходит незначительное «расслоение» среди значений индексов ячеек. Так же невелика точность поиска, основанная на таком методе. Для увеличения точности предлагается последовательно увеличивать размер «окна» в поисковой строке при пошаговом сканировании ее. Чем больше размер «окна» тем значимость совпадений выше. Для учета этого вводится взвешивающий коэффициент в суммировании числа совпадений.

В результате на некотором шаге по базе будет искаться уже слово. В случае его нахождения индекс определенных ячеек будет увеличивать. Если же при вводе поисковой строки были допущены грамматические ошибки, то слово целиком найдена не будет. Но важно отметить, что при этом будет иметь довольно высокий индекс ячейки, содержащие подобные строки. Это произойдет в результате предыдущих поисков с более малым размером поискового «окна», так как будет произведен поиск подстрок до и после грамматической ошибки, исключая ее. Так можно с уверенностью утверждать, что данный алгоритм работает даже в случае ввода с грамматическими ошибками.

Кроме того отличительной особенностью метода является то, что он может находить записи, содержащие те же слова, но в другом порядке, но при этом будет «лидировать» ячейка, содержащая наиболее соответствующее значение.

Разработанный алгоритм отдает предпочтение при равных по значимости результатам более коротким фразам, что соответствует короткой поисковой фразе или слову.

На основе этого метода разработан комплекс, состоящий из модуля перестройки базы поиска, модуля обработки поиска и динамической загружаемой библиотеки. Последняя загружается автоматически одновременно с программой и в момент обновления справочника, что позволяет использовать предоставляемые ей функции только в нужный момент времени, не занимая ресурсы компьютера во время работы с остальной программой.

Кроме того, для уменьшения времени поиска, сделана необходимая минимизация приведенного алгоритма, а так же оптимизация структуры таблицы, в которой будет производиться поиск. Таким образом, при внесении изменения в ее содержание в целях обеспечения правильного поиска рекомендуется произвести перестройку базы поиска, используемой разработанной библиотекой. Для этого был разработан соответствующий модуль.

Таким образом, разработанный метод и его программная реализация позволяют вести поиск по таблице, содержащей текстовые данные, путем нахождения наиболее похожей строки. Кроме того, разработанные средства позволяют производить эффективный поиск при грамматических ошибках или отличающемся порядке слов.

Вывод отчетов (рис. 83) можно осуществлять (раздельно по первоначальной и множественным причинам смерти):

- на основе гибких условий:
  - с выводом результата в виде отдельного значения по 17 различным условиям с расшифровкой совпадений по каждому задаваемому условию;
  - с выводом группы цифр в виде диаграммы или графика (рис. 84 и 85) по возрастам и 16 различным условиям;
  - с выводом двухмерной группы цифр в виде таблицы (рис. 86 и 87) по трем группам возрастов по 13 различным условиям с выводом абсолютных и относительных величин;
  - в виде диаграммы по возрастам за указанный интервал времени;
- список выданных дубликатов свидетельств о смерти;
- экспресс-выборка в виде краткого списка наиболее важных данных;
- в виде таблицы по территориям проживания и по области (167 колонок с возможностью выбора необходимых для работы);

- в виде отчета о качестве посмертной диагностики по проценту неуточненных кодов.

**MEDSS - [Отчетные формы распределения умерших]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

1 января 2009 г. **ОТЧЕТЫ** 31 декабря 2009 г.

Начало Окончание

Отчеты по гибким запросам:

По первоначальной причине смерти:

По кодам МКБ-10 и 15 условиям: Выборка Диаграммы и графики

По классам МКБ-10, возрастам и 14 условиям: Таблицы

По множественным причинам смерти: Выборка Таблицы

Посмертная диагностика: Качество

Диаграмма Дубликаты Выход

Территории: Область: Таблица Таблица

Подробно: Таблица Таблица

Кратко: Экспресс-выборка

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 83. Режим вывода отчетов

**MEDSS - [Форма для отбора исходных данных]**

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

1 января 2009 г. **УСЛОВИЯ ОТБОРА** по 31 декабря 2009 г.

Дата смерти: Дата смерти:

Код первоначальной причины: с: Q00 по: Q99.X  **Без учета:**

В случае травмы (внешняя причина) с: V00.0 по: V99.9

Пол: женский

Образование: профессиональное: среднее

Семейное положение: состоял(а) в зарегистрированном браке

Смерть произошла: от самоубийства

Причины смерти установлены: врач, лечивший умершего

Район области (для учр. здр-я): Щекинский район

Учреждение здр-я: МУЗ "Алексинская станция скорой медицинской помощи"

Смерть последовала: на месте происшествия

Город/село (постоянное место жительства): город

Район/город обл. подчин. (пост. место жит.): г.Тула

Район/город обл. подчин. (место смерти): г.Новомосковск

Город/село (место смерти): город

Удостоверенное основание: записей в медицинской документации

Принадлежность к категории риска: ликвидатор

Диаграмма График Диаграмма График Выход

в абсолютных цифрах На 100000 нас.

Рис. 84. Режим задания условий для вывода диаграмм и графиков

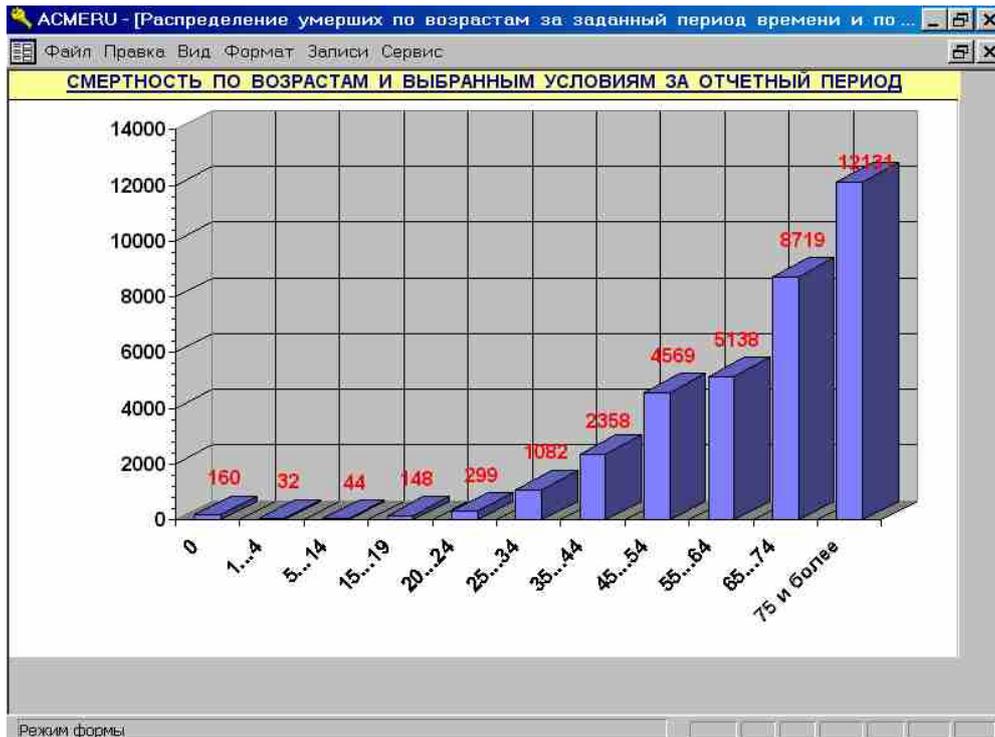


Рис. 85. Диаграмма, построенная по заданным условиям

MEDSS - [Условия для построения таблицы смертности]

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

УСЛОВИЯ ОТБОРА

с 1 января 2009 г. по 31 декабря 2009 г.

Дата смерти: Дата смерти:

Пол: женский

Образование: общее: среднее (полное)

Семейное положение: состоял(а) в зарегистрированном браке

Смерть произошла: несчастного случая: не связанного с производст

Причины смерти установлены: врач, только установ.смерть

Район области (для учр. здр-я): г.Тула

Учреждение здр-я: МУЗ "Алексинская районная больница № 1 им.профессора В.Ф.Снегирева"

Смерть последовала: в машине скорой помощи

Город/село (постоянное место жительства): город

Район/город обл. подчин. (пост.место жит.): Алексинский район

Район/город обл. подчин. (место смерти): г.Тула

Удостоверенное основание: записей в медицинской документации

Принадлежность к категории риска: ликвидатор

Без учета:

Таблицы смертности по причинам смерти:

Дети до 35 >=35 Дети% до 35 >=35 Условие Выход

Абсолютные цифры Показатели на 100000 населения

Рис. 86. Режим задания условий для вывода таблицы

АСМЕРУ - [СМЕРТНОСТЬ ПО ПРИЧИНАМ СМЕРТИ ДО 35 ЛЕТ]

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис

**СМЕРТНОСТЬ ПО ПРИЧИНАМ СМЕРТИ**  
(в абсолютных цифрах и по первоначальной причине смерти)  
за период с 01 января 2003 г. по 31 декабря 2003 г.

Классы МКБ10	Число случаев смерти по возрастам					
	До 1 г	1-4	5-14	15-19	20-24	25-34
I. Некоторые инфекционные и паразитарные болезни (A00-B99)	4	2	0	1	16	52
II. Новообразования (C00-D48)	0	2	3	5	12	32
III. Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D50-D89)	0	0	0	0	0	0
IV. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00-E90)	2	0	0	0	2	12
V. Психические расстройства и расстройства поведения (F00-F99)	0	0	0	0	1	9
VI. Болезни нервной системы (G00-G99)	3	4	2	5	3	32
VII. Болезни глаза и его придаточного аппарата (H00-H59)	0	0	0	0	0	0

Страница: 1

Готово

Рис. 87. Таблица, построенная по заданным условиям

В режиме "Операции с базой" (рис. 88) пользователь имеет возможность:

- в рабочей базе обнаруживать и устранять повторные записи, обнаруживать и исправлять ошибки;
- менять справочники на обновленные областным уровнем;
- осуществлять экспорт данных для передачи их на объединение с другими массивами;
- импортировать данные в промежуточную базу для предварительного просмотра, выявления и исправления ошибок, а также объединения отмеченных записей с массивом в рабочей базе.

МЕДСС - [Операции с базой]

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

1 января 2009 г. **ОПЕРАЦИИ С БАЗОЙ** 31 декабря 2009 г.

Начало Окончание

**Импорт данных:**

в промежуточную базу для просмотра: .txt

просмотр промежуточной базы:

выделить все записи:

отменить выделение всех записей:

в рабочую базу из промежуточной:

**Экспорт данных:**

всех данных из рабочей базы: .txt

всех данных за период времени: .txt

По кодам за период времени с  по

.txt

.txt

**Импорт справочников:**

**Промежуточная база:**

Ошибки:

**Рабочая база:**

Ошибки:

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМЕРТИ**

Рис. 88. Режим операций с базой

Процесс объединения массивов чаще всего приходится осуществлять на районном и областном уровнях с контролем и исправлением ошибок. Этот процесс можно осуществлять через промежуточную базу путем просмотра, контроля и исправления ошибок каждой отдельной записи с отметкой допущенных для объединения записей с основной базой или контролем и исправлением ошибок всех записей.

Другим способом объединения массивов может служить импорт данных без проверок непосредственно в рабочую базу, что можно делать при уверенности в достоверности данных или выполнении верификации записей непосредственно в рабочей базе с последующим экспортом массива для хранения и объединения. Этим режимом целесообразно пользоваться на областном уровне.

На рис. 89 показан служебный режим, в котором можно осуществлять различные дополнительные операции с данными:

- импорт данных без проверки непосредственно в рабочую базу;
- просмотр данных рабочей базы;
- экспорт данных в усеченном виде (с исключением конфиденциальных данных);
- контроль ошибок в рабочей базе;
- более жесткие режимы контроля повторных записей (по различным критериям);

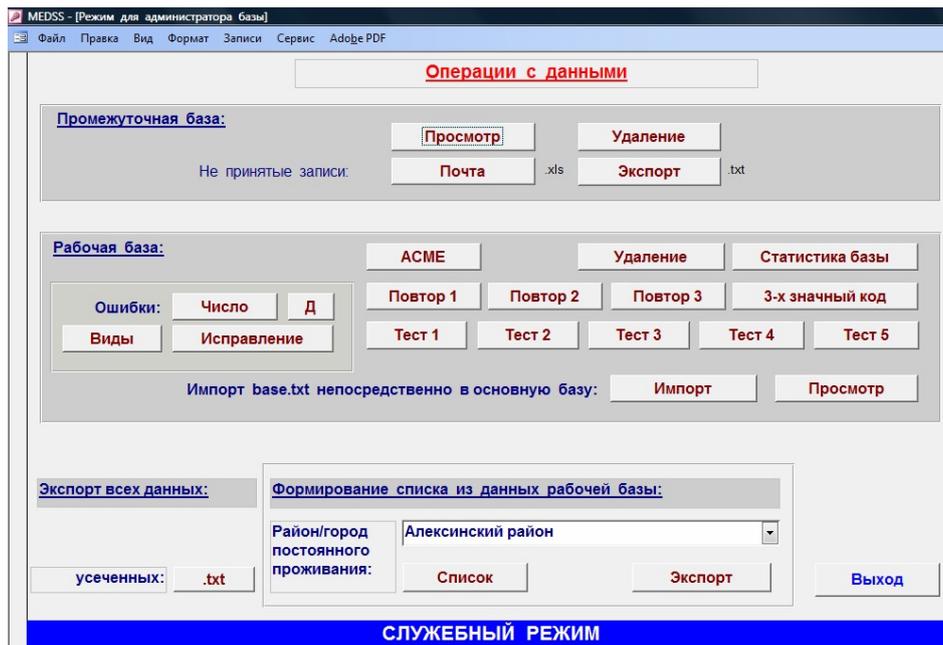


Рис. 89. Служебный режим операций с данными

- просмотр и исправление ошибок, тестирование по различным критериям, выявление записей с трехзначными кодами;
  - просмотр промежуточной базы, экспорт данных из нее, включая возврат данных по электронной почте;
  - удаление данных промежуточной и рабочей базы;
  - экспорт данных по району области (на областном уровне собирается информация по случаям смерти с местом проживания отличным от места смерти) для восполнения районного массива данных;
  - переход в режим пакетной обработки данных (кнопка **АСМЕ**).
- В режиме пакетной обработки (рис. 90) пользователь имеет возможность:
- правильно расставить строки в п. 19 медицинского свидетельства о смерти, от чего зависит правильность логических рассуждений и выбора в цепочке кодов первоначальной причины смерти;
  - просмотр результата предстоящей перекодировки (автоматического выбора первоначальной причины смерти) внешним модулем **АСМЕ**;
  - перекодировка всего массива;
  - просмотр папки с данными для модуля **АСМЕ**, удаления этих данных, помощь в разъяснении режима пакетной обработки.

Для просмотра результата предстоящей перекодировки необходимо:

- кнопкой "Запуск АСМЕ" осуществить запуск внешнего модуля;
- кнопкой "Результат АСМЕ" или "Отвергнутые АСМЕ" осуществить просмотр результата.

Перекодировка массива может быть осуществлена по двух схемам.

Первая схема (рекомендуется при значительном числе отвергнутых записей):

- нажимается кнопка "Замена строк" и осуществляется правильная расстановка строк;
- нажимается кнопка "Запуск АСМЕ" и формируется результат – выходной массив внешнего модуля **АСМЕ**;
- нажимается кнопка "Перекодировка", которой осуществляется автоматическое определение первоначальной причины смерти;

- нажимается кнопка в верхнем левом углу выделенной области "Операции с базой", в результате чего осуществляется переход в промежуточную базу режима операций с базой, в которой будут размещены все отвергнутые записи (при этом не отвергнутые записи будут размещены в рабочую базу);
- в промежуточной базе осуществляется просмотр и исправление записей с последующим присоединением в рабочую базу.



Рис. 90. Режим пакетной обработки массива данных

Вторая схема (рекомендуется при небольшом числе отвергнутых записей):

- нажимается кнопка "Замена строк" и осуществляется правильная расстановка строк;
- нажимается кнопка "Запуск АСМЕ" и формируется результат – выходной массив внешнего модуля **АСМЕ**;
- нажимается кнопка "Перекодировка", которой осуществляется автоматическое определение первоначальной причины смерти;
- повторно нажимается кнопка "Запуск АСМЕ";
- нажимается кнопка "Отвергнутые АСМЕ", в результате чего не отвергнутые и отвергнутые записи ложатся в рабочую базу, а отвергнутые записи вызываются на экран для исправлений непосредственно из рабочей базы.

Практика работы с модулем **АСМЕ** показала, что достоверность информации в регистре смертности во многом определяется уровнем подготовленности врача в кодировании и выборе первоначальной причины смерти. Несмотря на проводимое обучение врачей по МКБ-10 и регулярному контролю их знаний, ошибки кодирования и выбора первоначальной причины смерти являются преобладающими и главными, поскольку ими определяется достоверность информации. По этой причине уровень автоматизации кодирования множественных причин смерти во многом определяет достоверность кодирования первоначальной причины смерти.

Важной особенностью данного программного обеспечения является особый режим кодирования внешних причин смерти [18].

Кодирование внешней причины смерти должно сопровождаться двумя логическими отметками: одной отмечается внешняя причина, а другой – первоначальная причина смерти. Модуль **АСМЕ** срабатывая, указывает на внешнюю причину. Если предъявленная логическая цепочка верна, то отметка появится. При ошибке – отметка не появится. Тем не менее, указывая внешнюю причину при правильной логической цепочке, модуль без специальных мер не будет указывать на первоначальную причину смерти. В случае заполнения первых двух или трех строк первого раздела пункта 19 свидетельства о смерти придется выбор осуществлять вручную. Когда заполнена только первая и четвертая строки, вывод однозначен и очевиден. Если имеются коды на второй, третьей строках, а также на строках второго раздела пункта 19 свидетельства о смерти выбор оказывался затруднительным.

Автоматизация этого процесса специальный алгоритм [18]:

1. Модуль **АСМЕ** определяет внешнюю причину смерти, учитывая все множественные причины, включая внешнюю причину смерти и причины, указанные на строках во втором разделе пункта 19 медицинского свидетельства о смерти.

2. Модуль **АСМЕ** определяет первоначальную причину смерти без учета внешней причины и кодов второй части пункта 19 свидетельства.

3. Объединение результатов предыдущих шагов с отображением результата в виде двух логических отметок.

В случае предъявления ошибочной логической цепочки кодов процесс автоматического кодирования внешней причины прекращается и не отображается логическими отметками.

Испытания программы **ACMERU** с двойным срабатыванием модуля **АСМЕ** при кодировании случаев с внешними причинами смерти показали эффективность предложенного технического решения и позволило уверенно довести уровень правильного выбора первоначальной причины смерти в Тульской области до 98-99%.

Эксплуатация данного программного обеспечения сопровождается:

- Ведением на областном уровне справочника учреждений здравоохранения и населенных пунктов области с целью однозначного их кодирования.
- Ведением на областном уровне справочника (полного и краткого) МКБ-10 с целью однозначности формулировок.
- Ведением на областном уровне справочника хирургических процедур.
- Обучением пользователей.

Главной особенностью программы является обеспечение высокой достоверности введенной информации за счет созданных средств контроля и автоматизации процесса кодирования множественных причин смерти.

## 6.2. Мониторинг рождаемости населения

Сложная демографическая ситуация в Российской Федерации, в том числе в Тульской области, характеризует важность мониторинга рождаемости, позволяющего осуществлять углубленный анализ данных и на основе его принимать управленческие решения. Несмотря на успехи, достигнутые в современном акушерстве, проблема анализа множества факторов, влияющих на состояние здоровья женщин продолжает сохранять свою медико-социальную значимость и невозможно без массивов достоверной информации о рождаемости.

В Тульской области мониторинг рождаемости населения осуществляется созданной автоматизированной комплексной системой сбора, обработки и анализа информации о рождениях [12, 25, 29].

Программное обеспечение (шифр **MedRDN**) выполнено в среде **Access** и позволяет:

- вводить информацию с контролем ошибок по двум различным формам ввода;
- выполнять различные подготовительные операции;
- выполнять различные операции с данными, включая экспорт и импорт;
- формировать различные отчеты по различным запросам.

Главная кнопочная форма системы показана на рис. 91.

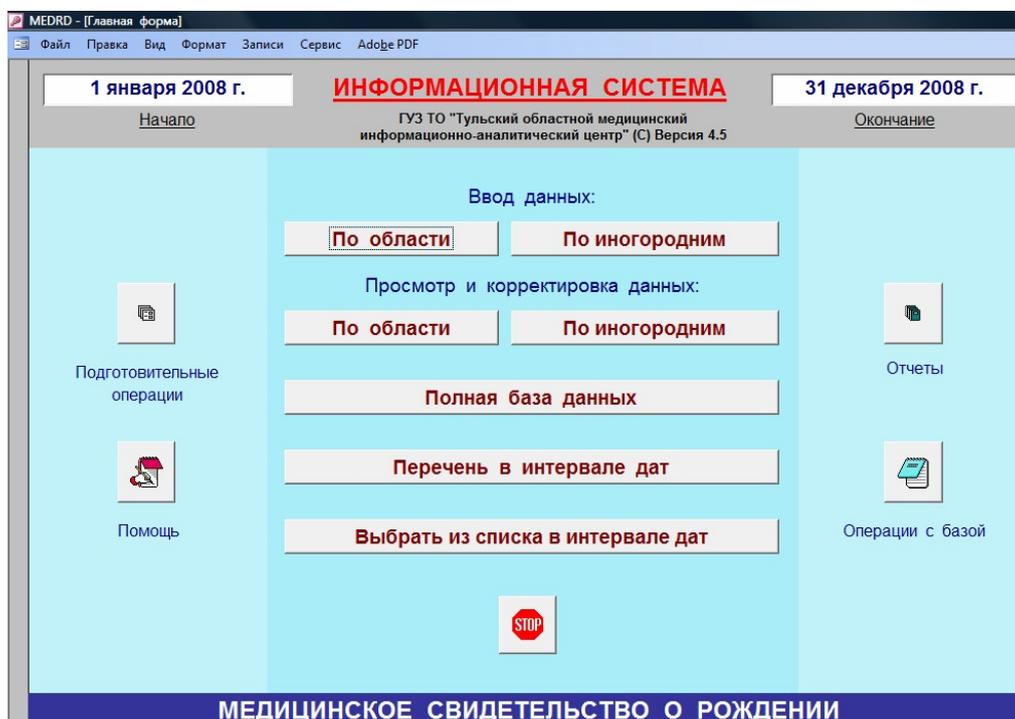


Рис. 91. Главная кнопочная форма системы сбора, обработки и анализа информации о рождениях

Используемая программа обеспечивает ввод информации об осложнениях беременности, осложнениях родов и послеродового периода, осложнениях новорожденного, врожденных аномалиях, прочих болезнях и состояниях матери через коды МКБ-10, а акушерские и другие процедуры через

соответствующие специальные коды, что существенно расширяет возможности данной информационной системы за счет большого многообразия используемых кодов.

Практика мониторинга рождаемости в Тульской области выявила на первоначальном этапе ряд трудностей и неоднозначностей, решаемых данным программным обеспечением. К ним относятся следующие:

1. Неоднозначность ввода болезни почек из-за разной трактовки такой формулировки врачами.
2. Амниоцентез как диагностическая процедура в настоящее время в Тульской области практически не проводится, в то время как при обработке базы данных эта процедура встречалась в большом количестве наблюдений, что свидетельствует о неправильной трактовке данного вмешательства акушерами-гинекологами (имелась ввиду амниотомия).
3. Вызывали трудности учет родов, осложнившихся дистрессом плода, т.к. нет четких критериев его определяющих.
4. Неоднозначно можно трактовать такие процедуры как мониторинг плода и стимуляция плода.
5. Вызывали сомнения у пользователей предлежание плаценты как осложнение родов.
6. Преждевременная отслойка плаценты, как осложнение родов встречается крайне редко, в то время как она представлена именно в этом разделе, что вызывало недоумение и зачастую приводило к недоучету данного осложнения, возникающего во время беременности.
7. Не логичным было разделение осложнений беременности и родов по разным разделам программы, причем осложнения родов находятся в одном разделе с осложнениями новорожденного.
8. Вызывали сомнения название одного из разделов программы «Медицинские факторы риска». Целесообразней выделять осложнения беременности и родов с последующим анализом их влияния на исходы и выделением факторов риска.

Указанные недостатки, потребовали использования кодов МКБ-10, с помощью которых стало возможным:

1. Существенно расширить объем вводимой информации.
2. Устранить неоднозначность ввода за счет точных формулировок Классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-го пересмотра, и за счет этого повысить качество и достоверность информации.

Кодирование осложнений беременности, родов и послеродового периода, а так же состояний новорожденного и прочих состояний матери с помощью кодов МКБ-10 является предпочтительным в регистре рождаемости, но он в значительной степени может усложнить работу пользователя.

Заложенное техническое решение позволяет сохранить простоту ввода с помощью логических полей и одновременно использовать коды МКБ-10, что достигается следующим:

1. Вместо логических полей вводятся 5 текстовых полей (осложнения беременности, осложнения родов и послеродового периода, осложнения новорожденного, врожденных пороков, акушерские процедуры). Длина каждого поля определяется максимальным числом кодов, используемых для кодирования болезней и состояний. Для каждого кода отводится 9 знакомест.
2. Справочник кодов МКБ-10 дополнительно имеет 5 логических полей, с помощью которых коды распределяются на 5 направлений. В результате для каждого осложнения или пороков или акушерских процедур пользователю предъявляется свой справочник кодов МКБ-10, полагая при этом то, что с меньшим числом кодов пользователь будет лучше в нем ориентироваться.
3. Для удобства пользователей предусматриваются кнопки "Задать" (для ввода кодов), "Очистить" (для удаления кодов) и поля по максимальному числу полей кодов МКБ-10 (для удобства отображенные в виде отдельных полей, которых реально в базе нет). Отображаемая в этих полях информация (рис. 97) вычисляется с помощью специальной встроенной процедуры.
4. Ввод кодов осуществляется вызовом справочника (рис. 98) со своей группой кодов и отметкой нужных болезней и состояний отметкой в логическом поле.
5. Коды вносятся кнопкой "Внести отмеченные коды" в соответствующее текстовое поле без пробелов (в компактной форме).

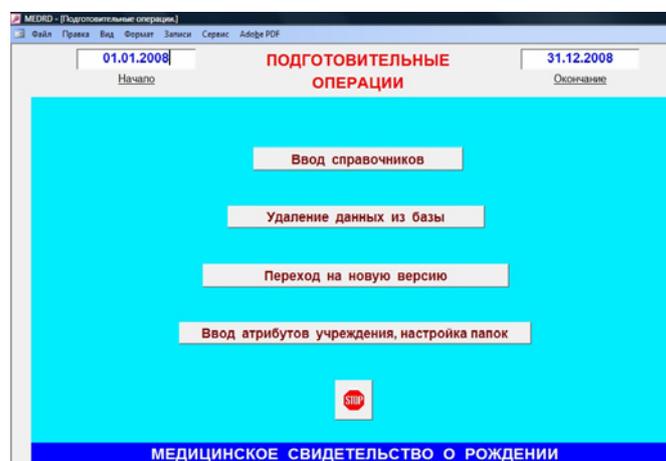


Рис. 92. Подготовительные операции

Программное обеспечение позволяет аналогично регистру смертности выполнять подготовительные операции по вводу справочных данных, удаления данных, перехода на новую версию программы, а также ввод атрибутов, принимаемых при вводе данных по умолчанию (рис. 92).

Последовательность ввода данных представлена на рис. 93 – 102. Вводить данные необходимо последовательно сверху вниз, поскольку в ряде случаев осуществляется фильтрация информации (в частности, по району области осуществляется фильтрация учреждений здравоохранения).

Формы ввода одновременно служат для просмотра записей.

МедРД - [Ввод данных и просмотр.]

Файл ПРАВКА Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Поиск Ошибки Удалить **ВВОД И ПРОСМОТР** Выход

Мать: Имя: ВАЛЕНТИНА  
 Фамилия: XXXXXX Отчество: ВАСИЛЬЕВНА

Начало Адрес Мать Ребенок Риски Осложнения Процедуры Прочее

Район области: Алексинский район

Учреждение здравоохранения: МУЗ "Алексинская районная больница № 1 им. профессора В.Ф. Снегирева"

Номер истории родов: Серия: 111  
 222 Номер: 70202 Лицевая часть

Ввод дубликата Обратная часть

Свидетельство выдал: врач

Фамилия И.О. выдавшего: Петров П.П.

Дата выдачи: 29 июля 2008 г.

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

Рис. 93. Начальная вкладка ввода данных

МедРД - [Ввод данных и просмотр.]

Файл ПРАВКА Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Поиск Ошибки Удалить **ВВОД И ПРОСМОТР** Выход

Мать: Имя: ВАЛЕНТИНА  
 Фамилия: XXXXXX Отчество: ВАСИЛЬЕВНА

Начало Адрес Мать Ребенок Риски Осложнения Процедуры Прочее

Адрес (место постоянного жительства матери):

Республика, область (край): Тульская область

район/город областного подчинения: Алексинский район

населенный пункт местного подчинения: дер. Егнышевка

город/село: село

улица: Приокская

дом: 3

корпус: квартира:

Проживает: лет: 22 месяцев: 3

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

Рис. 94. Ввод постоянного жительства матери

Ряд полей ввода имеют встроенные справочники, через которые необходимо осуществлять выбор требуемого варианта.

The screenshot shows the 'ВВОД И ПРОСМОТР' (Input and View) screen in the MEDRD software. The interface includes a menu bar (Файл, Правка, Вид, Формат, Записи, Сервис, Adobe PDF) and navigation buttons (Поиск, Ошибки, Удалить, Выход). The main form is titled 'МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ' (Medical Certificate of Birth) and is divided into sections: 'Начало', 'Адрес', 'Мать', 'Ребенок', 'Риски', 'Осложнения', 'Процедуры', and 'Прочее'. The 'Мать' section is active, showing the following data:
 

- Имя: ВАЛЕНТИНА
- Отчество: ВАСИЛЬЕВНА
- Фамилия: ХХХХХХ
- Дата рождения матери: 8 июля 1982 г.
- Национальность матери: русская
- Семейное положение матери: состоит в браке
- Образование матери: высшее
- Дата родов: 29 июля 2008 г, время 19 ч. 20 мин
- Место родов: в стационаре
- Которые по счету роды: 1
- Какая по счету беременность: 1

Рис. 95. Ввод информации о матери

The screenshot shows the 'ВВОД И ПРОСМОТР' (Input and View) screen in the MEDRD software, continuing from the previous screen. The 'Ребенок' section is active, showing the following data:
 

- Пол ребенка: мужской
- Ребенок родился при сроке беременности: 38 недель
- Который по счету родившийся ребенок у матери: 1
- Ребенок родился при ...: при одноплодных родах
- Масса ребенка: 3200 г.
- Рост ребенка: 58 см.
- Оценка по шкале Апгар: 4 (1 мин.), 7 (5 мин.)
- Критерии живорождения:
  - дыхание:
  - пульсация пуповины:
  - сердцебиение:
  - определенные движения произвольной мускулатуры:
- Легочная вентиляция ...: до 30 мин.  свыше 30 мин.

Рис. 96. Ввод информации о ребенке

Выбор кодов осуществляется через кнопку «Задать» (рис. 97) и выбором в раскрывшейся форме (рис. 98) необходимых кодов через логические поля (слева в форме).

MEDRD - [Ввод данных и просмотр.]

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Поиск Ошибки Удалить **ВВОД И ПРОСМОТР** Выход

Мать: \_\_\_\_\_ Имя: ВАЛЕНТИНА  
 Фамилия: XXXXXX Отчество: ВАСИЛЬЕВНА

Начало Адрес Мать Ребенок Риски Осложнения Процедуры Прочее

**Осложнения беременности:**  Не было

O10.2	O12.0	O21.0							

Существовавшая ранее почечная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период

**Осложнения родов и послеродового периода:**  Не было

O62.0	O64.5	O65.5							

Первичная слабость родовой деятельности

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

Рис. 97. Ввод осложнений беременности, родов и послеродового периода

MEDRD - [Выбор кодов осложнений беременности]

Файл Правка Вид Формат Записи Сервис Adobe PDF

Код	Название	Внести отмеченные коды
<input type="checkbox"/> O10.0	Существовавшая ранее эссенциальная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	
<input type="checkbox"/> O10.1	Существовавшая ранее кардиоваскулярная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	
<input checked="" type="checkbox"/> O10.2	Существовавшая ранее почечная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	
<input type="checkbox"/> O10.3	Существовавшая ранее кардиоваскулярная и почечная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	
<input type="checkbox"/> O10.4	Существовавшая ранее вторичная гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период	
<input type="checkbox"/> O10.9	Существовавшая ранее гипертензия, осложняющая беременность, роды и послеродовой период, неуточненная	
<input type="checkbox"/> O11	Существовавшая ранее гипертензия с присоединившейся протеинурией	
<input checked="" type="checkbox"/> O12.0	Вызванные беременностью отеки	
<input type="checkbox"/> O12.1	Вызванная беременностью протеинурия	
<input type="checkbox"/> O12.2	Вызванные беременностью отеки с протеинурией	
<input type="checkbox"/> O13	Вызванная беременностью гипертензия без значительной протеинурии	
<input type="checkbox"/> O14.0	Преэклампсия [нефропатия] средней тяжести	
<input type="checkbox"/> O14.0(1)	Преэклампсия средней тяжести	

Отметку следует производить в левом поле.

Рис. 98. Форма выбора кодов

Аналогичная процедура ввода предусмотрена и для осложнений новорожденного, врожденных аномалий (рис. 99), различных процедур (рис. 100), болезней матери (рис. 101). При перемещении курсора на внесенный код высвечивается его формулировка.

The screenshot shows the 'ВВОД И ПРОСМОТР' (Input and View) window of the MEDRD software. At the top, there are navigation buttons: 'Поиск', 'Ошибки', 'Удалить', 'ВВОД И ПРОСМОТР', and 'Выход'. Below these are input fields for 'Мать:' (Mother), 'Имя:' (Name) 'ВАЛЕНТИНА', 'Фамилия:' (Surname) 'XXXXXX', and 'Отчество:' (Patronymic) 'ВАСИЛЬЕВНА'. A tabbed interface below the input fields has tabs for 'Начало', 'Адрес', 'Мать', 'Ребенок', 'Риски', 'Осложнения', 'Процедуры', and 'Прочее'. The 'Осложнения' (Complications) section is active, showing a table with columns for 'Осложнения новорожденного:' (Newborn complications), 'Не было' (None), 'Задать' (Set), and 'Очистить' (Clear). The first row contains the code 'P10.9(1)' and the description 'Разрывы внутримозговые при родовой травме неуточненные'. Below this is the 'Врожденные аномалии:' (Congenital anomalies) section with a similar table. The first row contains the code 'Q72.5' and the description 'Продольное укорочение большеберцовой кости'. At the bottom, there is a section for 'Исследования плаценты:' (Placenta studies) with checkboxes for 'Патологическая незрелость', 'Воспаление', 'Опухоли', 'Аномалии', 'Нарушения кровообращения', and 'Норма' (checked).

Рис. 99. Ввод осложнений новорожденного и врожденных аномалий

The screenshot shows the 'ВВОД И ПРОСМОТР' (Input and View) window of the MEDRD software, similar to the previous one. The 'Процедуры' (Procedures) tab is active. It shows a table with columns for 'Акушерские процедуры:' (Obstetric procedures), 'хирургические:' (surgical), 'Не было' (None), 'Задать' (Set), and 'Очистить' (Clear). The first row contains the code '5-725(1)' and the description 'Извлечение плода за тазовый конец'. Below this is a section for 'другие:' (other) procedures with a similar table. The first row contains the code '9-005(1)' and the description 'Госпитализация в "критические сроки" для профилактики преждевременных родов'. At the bottom, there is a blue bar with the text 'МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ'.

Рис. 100. Ввод процедур

Рис. 101. Ввод болезней матери и прочей информации

Завершается ввод данных контролем ошибок (рис. 102). Для этого нажимается кнопка «Ошибки».

Рис. 102. Контроль ошибок

Данное программное обеспечение в части ввода информации имеет следующие особенности:

1. Предусмотрена возможность ввода информации по основным патогистологическим изменениям в плаценте, что важно при ретроспективном анализе исходов родов.
2. Ввод акушерских процедур (рис. 100) осуществляется из отдельного справочника хирургических и других процедур, и отображаются кодами с всплывающими подсказками.
3. Имеется поле «Номер истории родов», которое позволяет легко находить первичную медицинскую документацию и проводить верификацию каждого случая, а также создает перспективу сопоставления с программным обеспечением, автоматизирующим ведение истории родов.
4. Предусмотрен ввод кода учреждения (рис. 101), в котором родильница наблюдалась, с всплывающей подсказкой района, в котором это учреждение находится.
5. Имеются разделы "Осложнения беременности", "Осложнения родов и послеродового периода", "Осложнения новорожденного", "Врожденные аномалии", "Акушерские процедуры" и "Прочие болезни и состояния матери", в которых отображаются поля с кодами МКБ-10 с всплывающими подсказками (формулировками кодов из МКБ-10).

6. Предусмотрен ввод информации о ранней явке (до 12 недель) родильницы в женскую консультацию (рис. 101), что позволяет выявить недостатки пренатального ухода.

Для удобства пользователя имеются другие формы ввода информации, показанные на рис. 103 и 104, в которых имеется аналогичный механизм ввода кодов.

Медицинское свидетельство о рождении по области

Ошибки Корешок Дубликат **ВВОД** 1 Свидетельство Корешок 2 Выход

Район области: Алексинский район

Учреждение здравоохранения: МУЗ "Алексинская районная больница № 1 им. профессора В.Ф.Снегирева"

Серия: 111 Номер: 70202 Номер истории

Дата выдачи: 29 июля 2008 г. 222

1. Мать:
 

- Фамилия: XXXXXX
- Имя: ВАЛЕНТИНА Отчество: ВАСИЛЬВНА

2. Адрес (место постоянного жительства матери):
 

- Республика, область (край): Тульская область
- район/город областного подчинения: Алексинский район
- населенный пункт местного подчинения: дер.Егнышевка
- город/село: село
- улица: Приокская
- дом: 3
- корпус:
- квартира:

3. Дата рождения матери: 8 июля 1982 г.

4. Национальность матери: русская

5. Семейное положение матери: состоит в браке

6. Образование матери: высшее

7. Дата родов: 29 июля 2008 г, время 19 ч. 20 мин

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

Рис. 103. Другая форма ввода данных

Медицинское свидетельство о рождении по области

Ошибки Свидетельство Дубликат **ВВОД** 1 Свидетельство Корешок 2 STOP

20. Осложнения родов:  Не было  Задать  Очистить

O62.0	O64.5	O65.5							

21. Акушерские процедуры: хирургические:  Не было  Задать  Очистить

6-726(1)									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

прочие:  Не было  Задать  Очистить

9-005(1)									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

22. Осложнения новорожденного:  Не было  Задать  Очистить

P10.9(1)									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Легочная вентиляция... до 30 мин.  свыше 30 мин.

23. Врожденные аномалии (пороки развития, деформация и хромосомные нарушения):  Не было  Задать  Очистить

Q72.5									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Исследования плаценты:
 

- Патологическая незрелость  Аномалия
- Воспаление  Преждевременное созревание плаценты
- Опухоль  Норма

Свидетельство выдал: врач

Фамилия И.О. выдавшего: Петров П.П.

Дополнительная информация:

Прочие болезни и состояния матери:  Не было  Задать  Очистить

**КОРЕШОК МЕДИЦИНСКОГО СВИДЕТЕЛЬСТВА О РОЖДЕНИИ**

Рис. 104. Продолжение другой формы ввода

- Программа в режиме операций с базой (рис. 105) данных позволяет:
- накапливать информацию в промежуточной базе для просмотра, верификации и последующего импорта в рабочую базу, что необходимо при объединении массивов данных от разных пользователей программы;
  - экспортировать данные на вышестоящий уровень и для анализа;
  - обновлять справочники, поддерживаемые на областном уровне;
  - контролировать повторы и ошибки в промежуточной и рабочей базах.

**ОПЕРАЦИИ С БАЗОЙ**

01.01.2008 31.12.2008

Начало Окончание

**Импорт данных:**

в промежуточную базу для просмотра:

Просмотр записей из пром. базы

в рабочую базу из промежуточной:

**Экспорт данных:**

всех данных:

всех данных за период времени:

усеченных данных за период времени:

**Импорт справочников:**

**Промежуточная база:**

**Рабочая база:**

Рис. 105. Операции с базой данных

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА**

1 января 2008 г. 31 декабря 2008 г.

**ОТЧЕТЫ**

**Отчеты на гибкие запросы:**

Условия гибкого запроса	<input type="button" value="Условие 1"/>	Отбор по:
Диаграмма рождаемости по месяцам	<input type="button" value="Условие 2"/>	35 параметрам
Распределение родившихся по массе тела	<input type="button" value="Условие 3"/>	24 параметрам
		24 параметрам

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

**МЕДИЦИНСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО О РОЖДЕНИИ**

Рис. 106. Формирование отчетов

Через форму вывода отчетов (рис. 106) можно их выводить по различным запросам с отбором по многим параметрам.

Программа имеет служебный режим (рис. 107), вызываемый через скрытую кнопку. В этом режиме имеется возможность:

- осуществлять импорт данных непосредственно в рабочую базу, минуя промежуточную базу;
- просматривать рабочую и промежуточную базу;
- загружать в электронную почту не принятые записи из промежуточной базы данных;
- осуществлять экспорт не принятых записей в файл;
- удалять все записи из промежуточной базы данных;
- формировать список по району области и осуществлять его экспорт в файл;
- формировать список записей без дат для контроля.

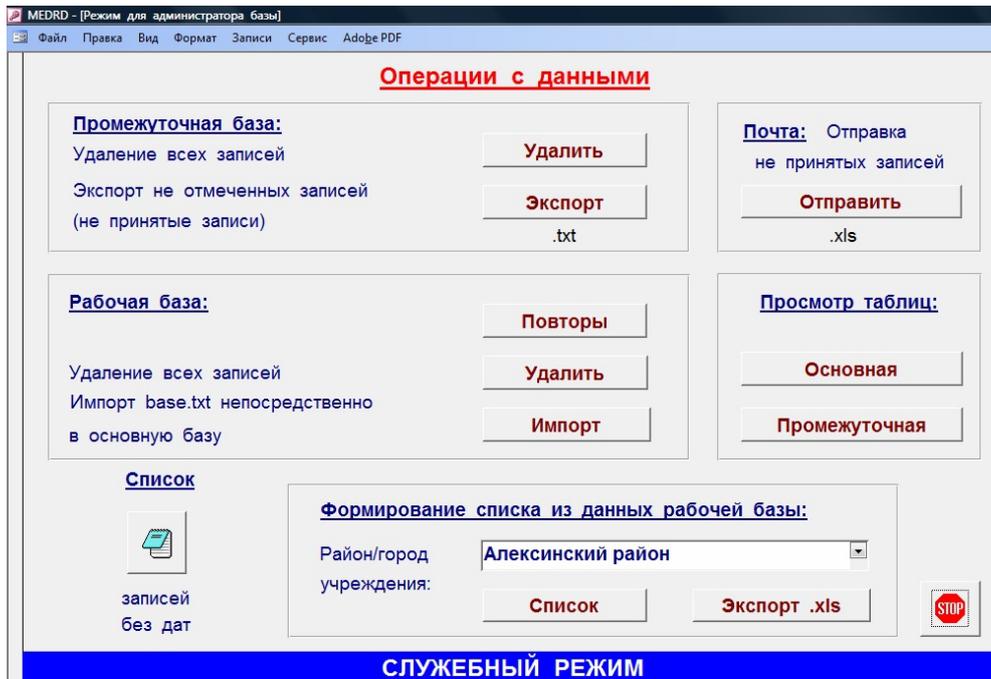


Рис. 107. Операции с данными

Расширенный объем информации в данном регистре рождаемости увеличивает аналитические возможности исследователя, который может воспользоваться специальной программой **«Analetic»**, непосредственно загрузив в нее данные о рождаемости населения. Примером другого использования данной программы как источника информации может служить частотный анализ перинатальной смертности населения, приведенный в приложении 6.

### 6.3. Аналитическая программа Analetic

Программное обеспечение по анализу данных регистра рождаемости (шифр **«Analetic»**) предназначено для частотного анализа медицинских данных в формате регистра рождаемости **MedRDN**, используемого здравоохранением Тульской области в последние годы. Данная программа позволяет:

- осуществлять операции с данными для подготовки их к анализу;
- задавать путем выбора цель и анализируемые факторы в различном сочетании;
- создавать список и использовать его записи в качестве сочетанных факторов, определенных в диапазоне кодов МКБ-10;
- использовать в качестве справочного материала МКБ-10 в объеме тома 1;
- осуществлять подсчет количество записей отдельно по каждому фактору и цели;
- вычислять частоты относительно выбранной цели (допускается в сочетанном виде) в доверительных интервалах, формируя таблицу сопряженности и с расчетом меры сопряженности.

Внешний вид программы **«Analetic»** показан на рис. 108.

Основное назначение данной программы - предварительный анализ с целью выявления наиболее значимых факторов для последующего углубленного анализа, например, с помощью алгебраической модели конструктивной логики.

На этапе подготовки работы с программой **«Analetic»** осуществляются следующие операции с базой (кнопка «Операции с базой» на рис. 108):

1. Импорт данных в формате регистра рождаемости **MEDRDN** (кнопка «Импорт» на рис. 109) в промежуточную базу **Base**. Информация об импортируемом файле из папки C:\MedRDN выдается в левом верхнем углу формы (рис. 109) рубрики «Входные данные». При этом кнопкой «Удаление» (рис. 109) можно предварительно удалить данные и в случае необходимости произвести сжатие базы. Результаты импорта можно просмотреть кнопкой «Просмотр» рубрики «Входные данные» (рис. 109).

2. Преобразование данных с передачей их в рабочую базу **MedBase** (рубрика «Преобразованные данные» на рис. 109):

- кнопкой «Все 1:1» осуществляется передача данных из базы Base в базу **MedBase** в полном объеме без преобразований;
- кнопкой «В интервале дат» осуществляется передача данных из базы Base в базу **MedBase** только тех записей, которые находятся в заданном промежутке начала и окончания отчетного периода по дате родов;
- кнопкой «Удаление повторов» производится удаление из базы **MedBase** повторов, определенных по фамилии, имени, отчеству и дате рождения;
- кнопкой «Выполнить» производится удаление из базы **MedBase** тех записей, которые не соответствуют введенному коду **ОКАТО** - региона постоянного проживания;
- кнопкой «Повторы» обеспечивается просмотр повторов;
- кнопкой «Без повторов» обеспечивается просмотр записей, не содержащих повторы;
- кнопкой «Без даты родов» производится выявление записей, в которых не указана дата родов;
- кнопкой «Усечение» вызывается форма для ввода кодов и удаления записей из базы **MedBase**, соответствующих указанным диапазонам кодов;
- кнопкой «Не полностью ФИО» осуществляет просмотр записей, в которых имеются не заполненные поля «Фамилия», «Имя», «Отчество»;
- кнопкой «Просмотр» осуществляется просмотр окончательной базы **MedBase** (показан на рис. 110).

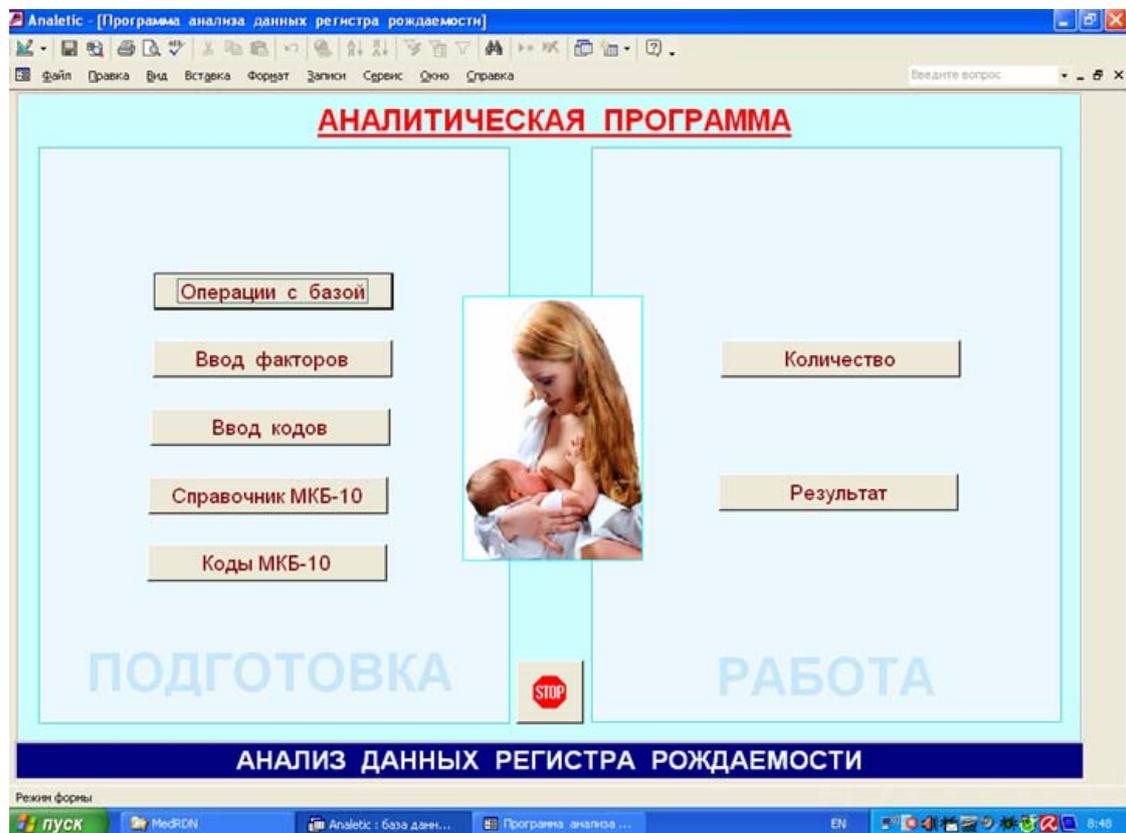


Рис. 108. Главная кнопочная форма

Необходимо отметить особенность формата представления входных данных, заключающейся в том, что осложнения беременности, осложнения родов и послеродового периода, осложнения новорожденного, врожденные аномалии, другие акушерские процедуры, хирургические акушерские процедуры, прочие болезни матери представлены длинными строками, в которых для размещения каждого кода отведено 9 знакомест (показано на рис. 110, поле **B1**). Эта особенность представления данных в регистре рождаемости **MedRDN** и в данной аналитической программе позволяет размещать разнообразную многочисленную информацию по родам, но усложняет программную обработку данных.

Опыт работы с такой расширенной информацией существенно увеличивает аналитические возможности за счет увеличения объема разнообразной входной информации относительно течения беременности, родов, послеродового периода, а так же состояний перинатального периода и проводимых медицинских вмешательств.

Необходимо также отметить, что данная аналитическая программа работает с данными в формате регистра рождаемости, и не требует каких либо предварительных преобразований входного массива.

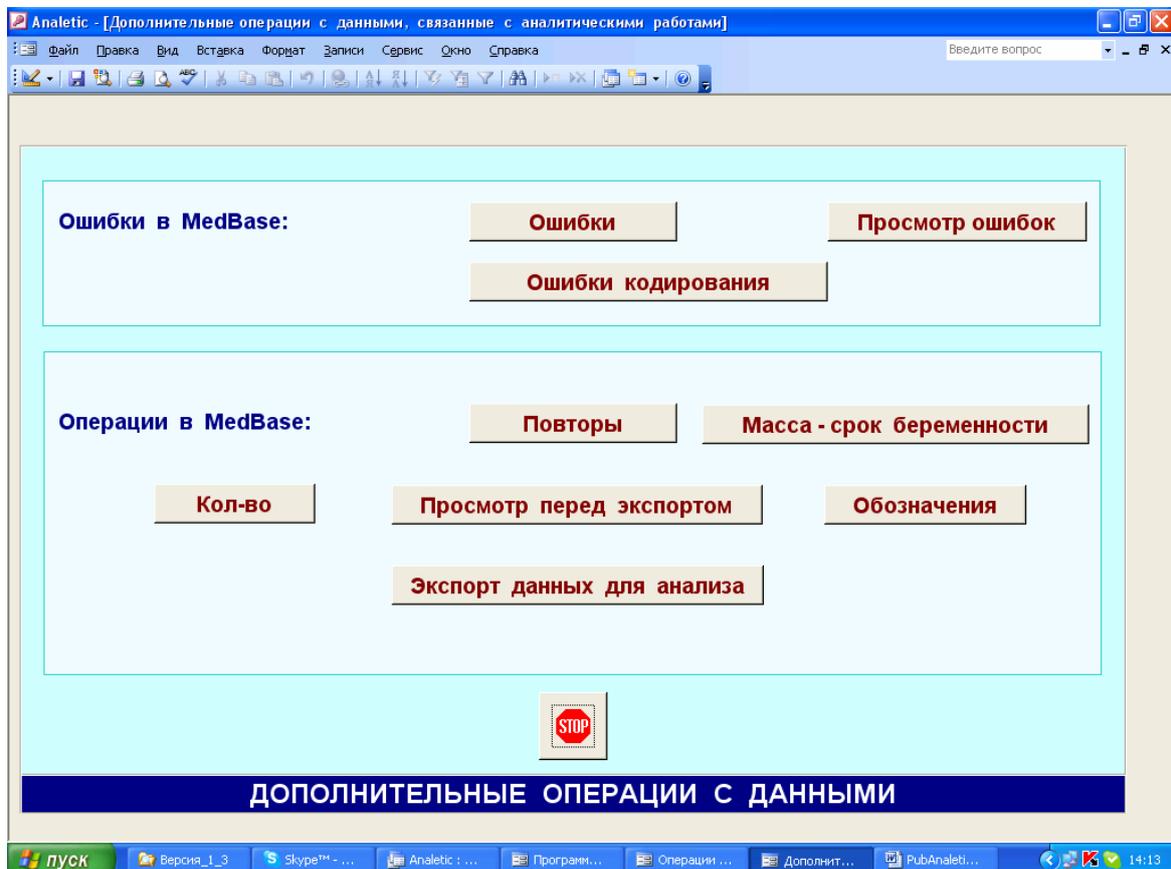
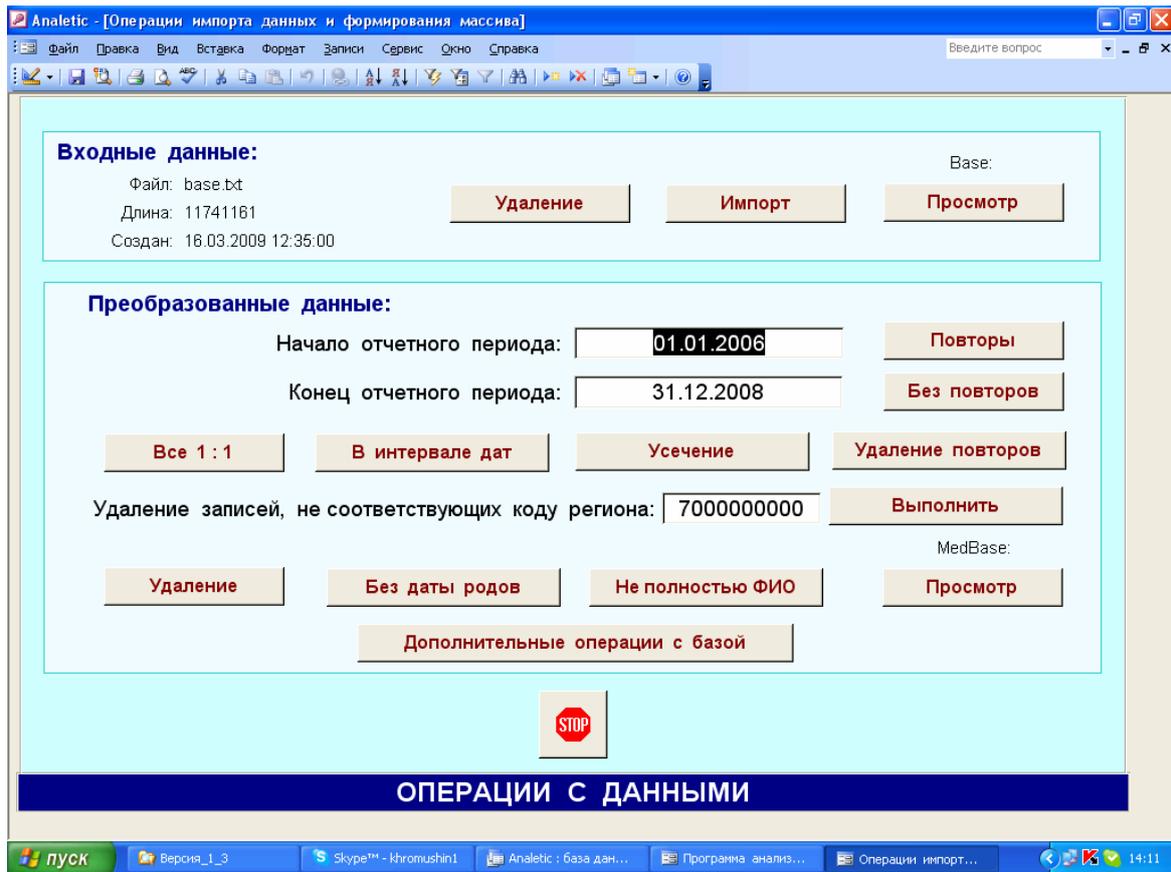


Рис. 109. Операции с базой данных

Входные данные показаны на рис. 111 и 112.

The screenshot shows a data table with the following columns: W1, RR, APG, KGR, KGR, KGR, KGR, PF, PF, OS, V7, V6, A1, A2, B1, B2. The data includes patient identifiers and names such as Аль Гальбан А. Б., Родионова Е. В., Лещко И. Б., Матвеевков, Евтеева, Дагаев, Тюленев, третьякова г. И., Рязанова Т. Г., Прядко Н. Н., Татарникова, Коновалова З. Г., Зверкова Е. А., and Матвеевков. Numerical values are present in the B1 and B2 columns, ranging from 0.0 to 0.99.0.

Рис. 110. Режим просмотра базы MedBase

Имя поля	Тип данных	Счетчик
N	Счетчик	Счетчик
U1	Текстовый	Введите учреждение здравоохранения
U2	Числовой	Введите район области - местонахождения учр. здрав.
S1	Числовой	Введите номер серии - свидетельства о рождении
M1	Числовой	Введите номер свидетельства о рождении
D1	Дата/время	Введите дату выдачи свидетельства
F1	Текстовый	Введите фамилию матери (до 20 знаков)
F2	Текстовый	Введите имя матери (до 20 знаков)
F3	Текстовый	Введите отчество матери (до 20 знаков)
U7	Числовой	Введите область (край) постоянного жительства
U8	Числовой	Введите район постоянного жительства
U9	Числовой	Введите 1-город, 2-село
U10	Числовой	Введите название города
U11	Текстовый	Введите название улицы постоян. жительства (до 20 знаков)
U12	Текстовый	Введите номер дома (текст до 10 знаков)
Z2	Текстовый	Укажите корпус дома постоянного места жительства.
U13	Текстовый	Введите номер квартиры (до 5 знаков)
R1	Дата/время	Введите дату рождения матери
Q1	Числовой	Введите национальность матери
Q2	Числовой	Введите семейное положение матери
Q3	Числовой	Введите образование матери
R2	Дата/время	Введите дату родов
V5	Числовой	Введите место, где последовали роды
P1	Числовой	Введите пол ребенка
SRB	Числовой	Укажите при каком сроке беременности родился ребенок
K1	Числовой	Введите которые по счету роды у матери
KB	Числовой	Укажите, которая по счету беременность
RD	Числовой	Укажите каким по числу родился ребенок
MPR	Числовой	Укажите многоплодность родов
W1	Числовой	Введите вес в граммах
RR	Числовой	Укажите рост ребенка при рождении в см.

Общие	Подстановка
Формат поля	dd\ mmmm\ yyyy" г, время "hh" ч. "nn" мин"
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	
Обязательное поле	Нет
Индексированное поле	Да (Допускаются совпадения)
Режим IME	Нет контроля
Режим предложений IME	Нет

Рис. 111. Входные данные

Имя поля	Тип данных	
RR	Числовой	Укажите рост ребенка при рождении в см.
APG1	Числовой	Укажите оценку по шкале Апгар - 1 мин
APG5	Числовой	Укажите оценку по шкале Апгар - 5 мин
KGR1	Логический	Отметить при критерии живорождения - дыхание
KGR2	Логический	Отметить при критерии живорождения - сердцебиение
KGR3	Логический	Отметить при критерии живорождения - пульсация пуповины
KGR4	Логический	Отметить при критерии живорождения - движения мускулатуры
PF1	Логический	Отметить при наличии прочего фактора риска
PF2	Логический	Отметить при наличии прочего фактора риска
O54	Логический	Отметить при наличии указанного осложнения новорожденного
O55	Логический	Отметить при наличии указанного осложнения новорожденного
V7	Числовой	Введите кто выдал свидетельство (фельдшер, акушерка)
V6	Текстовый	Введите фамилию, имя, отчество выдавшего свидетельство
A1	Числовой	Укажите месяц даты постоянного проживания.
A2	Числовой	Укажите год даты постоянного проживания (4 знака).
B1	Текстовый	Введите коды МКБ-10 осложнений беременности
B2	Текстовый	Введите коды МКБ-10 осложнения родов и послеродового периода
B3	Текстовый	Введите коды МКБ-10 осложнений новорожденного
B4	Текстовый	Введите коды МКБ-10 врожденных аномалий
B5	Текстовый	Введите коды МКБ-10 других акушерских процедур
B5a	Текстовый	Введите коды МКБ-10 хирургических акушерских процедур
B6	Текстовый	Введите коды МКБ-10 прочих болезней матери
Pt	Поле МЕМО	Вводится прочая информация при необходимости
NR	Текстовый	Введите номер истории родов
NBL	Текстовый	Введите учреждение, в котором наблюдалась женщина
JV	Логический	Отметить при ранней явке (до 12 недель) в женскую консультацию
AV1	Логический	Отметить при паталогической незрелости плаценты
AV2	Логический	Отметить при воспалении плаценты
AV3	Логический	Отметить при аномалии плаценты
AV4	Логический	Отметить при нарушениях кровообращения
AV5	Логический	Отметить при опухоли плаценты

Общие	Подстановка
Размер поля	180
Формат поля	
Маска ввода	
Подпись	
Значение по умолчанию	
Условие на значение	
Сообщение об ошибке	
Обязательное поле	Нет
Пустые строки	Да
Индексированное поле	Нет
Сжатие Юникод	Да
Режим IME	Нет контроля
Режим предложений IME	Нет

Рис. 112. Входные данные (продолжение)

Фактор	Цель	Фактор	Цель
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	первая беременность	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	вторая беременность	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	третья беременность	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	беременность по счету более 3	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	первые роды	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	вторые роды	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	третьи роды	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	роды по счету более 3	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	мужской пол ребенка	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	женский пол ребенка	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	одноплодные роды	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	многоплодные роды	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ранняя явка	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	без ранней явки	<input type="checkbox"/>

Рис. 113. Форма ввода

Исходные данные для расчетов задаются в двух формах ввода:

- для не изменяемых значений (рис. 113);

- для создаваемых пользователем диапазонов кодов МКБ-10 и кодов процедур (рис.114).

В форме, показанной на рис. 113, ввод исходных данных заключается в простановке отметки в логическом поле. Этим действием одновременно осуществляется выбор цели или фактора. При этом число целей и факторов можно выбирать любое количество и в любом сочетании. В этом

случае они будут восприниматься как конъюнкция.

На рис. 113 показаны три отметки, что означает выбор срока беременности в диапазоне 22-36 недель в качестве цели.

Исходные данные, вводимые формой ввода (рис. 113) дополняются выбранными данными из списка диапазонов кодов (рис. 114) в любом количестве и в любом сочетании. Этот режим вызывается кнопкой «Ввод кодов» на рис. 108.

Для задействия выбранного диапазона кода пользователь должен сменить значение нуля поля «Раздел» на значение от 1 до 7 (рис. 114). Если ограничиться этим, то выбранный диапазон будет выбран в качестве фактора и будет действовать вместе с отмеченными факторами на рис. 113.

Кол-во	Название диапазона	Начальный код	Конечный код	Раздел	Цель
	водянка плода (1)	036.2	036.2	0	Г
	внутриутробная гипоксия плода (1)	036.3	036.3	0	Г
	недостаточный рост плода (1)	036.5	036.5	0	Г
	избыточный рост плода (1)	036.6	036.6	0	Г
	многоводие (1)	040	040.X	0	Г
	маловодие (1)	041.0	041.0	0	Г
	инфекция плодного пузыря (1)	041.1	041.1	0	Г
	дородовый разрыв плодных оболочек (1)	042.0	042.9	0	Г
	плацентарные нарушения (1)	043.0	043.9	0	Г
	предлежание плаценты без кровотока (1)	044.0	044.0	0	Г
	предлежание плаценты с кровотоком (1)	044.1	044.1	1	Г
	преждевременная отслойка плаценты (1)				
	дородовое кровотечение (1)				
	ложные схватки до 37 недель (1)				
	туберкулез (1)				
	инфекции передаваемые половым путем (1)				
	вирусные гепатиты (1)	098.4	098.4	0	Г

Рис. 114. Ввод диапазонов кодов

Для задействия диапазона кодов в качестве цели необходимо наряду с выбором номера раздела сделать логическую отметку в колонке «Цель».

Кол-во	Название диапазона	Начальный код	Конечный код	Раздел	Цель
	Гипертензивные расстройства (1)	010.0	010.9	0	Г
	Отеки беременных (1)	012.0	012.0	0	Г
	Легкая преэклампсия (1)	013	013.Y	0	Г
	Преэклампсия средней тяжести (1)			0	Г
	Тяжелая преэклампсия (1)			0	Г
	Эклампсия (1)			0	Г
	Угрожающий аборт (1)			0	Г
	Рвота беременных (1)	021.0	021.9	0	Г
	Венозные осложнения (1)	022.0	022.9	0	Г
	Инфекции мочеполовой системы (1)	023.0	023.0	0	Г
	Сахарный диабет (1)	024.0	024.9	0	Г
	Недостаточность питания (1)	025	025.X	0	Г
	Избыточный прирост массы при беременности (1)	026.0	026.0	0	Г
	Герпес при беременности (1)	026.4	026.4	0	Г
	Гипотензия (1)	026.5	026.5	0	Г
	двойня (1)	030.0	030.0	0	Г
	тройня (1)	030.1	030.1	0	Г
	Неправильные положения и предлежания плода (1)	032.0	032.9	0	Г

Рис. 115. Подсчет случаев по выбранной строке

Для предварительной оценки числа случаев при выборе диапазона кодов необходимо выбрать запись, поставив курсор на требуемую строку, и нажать кнопку «Кол-во» (рис. 115). В этом случае программа просмотрит каждый из семи разделов и подсчитает количество случаев, удовлетворяющих заданному условию. На рис. 115 показан результат подсчета случаев для инфекции мочеполовой системы.

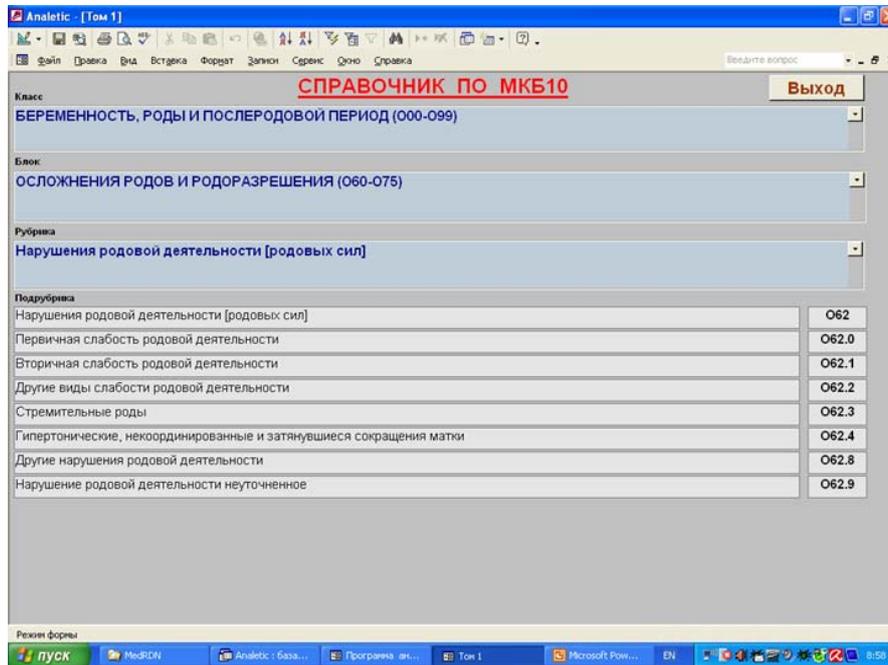


Рис. 116. Справочник МКБ-10

В процессе формирования списков диапазонов кодов МКБ-10 пользователю может потребоваться справочник МКБ-10. В программе он представлен в объеме тома 1 в двух видах:

- в виде электронной книги (рис. 116), вызываемой кнопкой «Справочник МКБ-10» на главной кнопочной форме (рис. 108);
- в виде списка с возможностью поиска (рис. 117), вызываемой кнопкой «Коды МКБ-10» на главной кнопочной форме (рис. 108).

В первом случае пользователь должен последовательно выбирать класс, блок, рубрику. После чего ему будут предъявлены формулировки и коды выбранной подрубрики.

Во втором случае пользователь вызывает полный список кодов и, пользуясь средствами поиска, кнопкой «Выбрать» (рис. 117) отфильтровывает те записи, которые соответствуют условиям поиска.

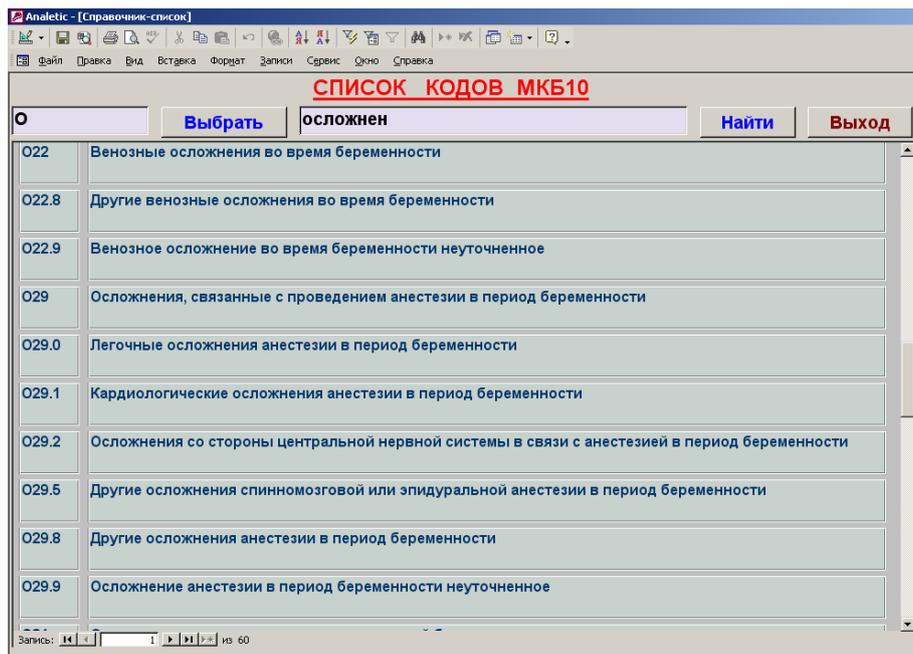


Рис. 117. Список кодов МКБ-10 с возможностью поиска

Программа предусматривает подсчет числа случаев по факторам, показанных на форме ввода (рис. 113). Этот режим вызывается кнопкой «Количество» на главной кнопочной форме (рис. 108). Результат подсчета показан на рис. 118.

Конечный результат расчетов представлен на рис. 119. Для выполнения расчетов необходимо нажать кнопку «Результат» на главной кнопочной форме (рис. 108).

Результат представлен в виде таблицы сопряженности с подсчетом частот в доверительных интервалах при доверительной вероятности 95%. Одновременно с этим подсчитывается мера сходства, представленная показателями тесноты связи:

$Q$  – коэффициент ассоциации,  $OR$  – отношение шансов:

$$Q = \frac{ad - bc}{ad + bc} \quad OR = \frac{ad}{bc},$$

где,  $a$  соответствует случаям или частоте на первой строке,  $b$  – второй строке,  $c$  – третьей строке,  $d$  – четвертой строке.

Кроме этого в программе использован критерий хи-квадрат, который для таблицы 2 x 2 имеет следующий вид:

$$\chi^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)} \quad (\text{оптимистическая оценка});$$

$$\chi^2 = \frac{n(|ad - bc| - n/2)^2}{(a + b)(a + c)(b + d)(c + d)} \quad (\text{пессимистическая оценка}).$$

Полученный результат требует сравнения со следующим табличным значением двухсторонней вероятности с числом степени свободы равной 1 (для таблицы 2 x 2):

Таблица 17

0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827

**Примечание:** Нулевая гипотеза (отсутствие связи) отвергается при значении результата, превышающего табличное значение.

КОЛИЧЕСТВО ЗАПИСЕЙ	
Срок беременности 22-28 недель.....	75
Срок беременности 29-34 недели.....	467
Срок беременности 35-36 недель.....	769
Срок беременности - более 36 недель.....	28042
Возраст 0 - 17.....	688
Возраст 18 - 29.....	21450
Возраст 30 - 34.....	5135
Возраст 35 - 39.....	1822
Возраст более 40.....	258
Семейное положение - состоит в браке.....	22150
Семейное положение - не состоит в браке.....	7082
Образование - высшее.....	7043
Образование - неоконченное высшее.....	1552
Образование - средне-специальное.....	13172
Образование - среднее.....	4745
Образование - неполное среднее.....	2209
Образование - начальное и ниже.....	270
Проживание - город.....	20942
Проживание - село.....	8406
Месяц родов - январь.....	2148
Месяц родов - февраль.....	1926
Месяц родов - март.....	2256
Месяц родов - апрель.....	2147
Месяц родов - май.....	1984
Месяц родов - июнь.....	2584
Месяц родов - июль.....	2918
Месяц родов - август.....	3028
Месяц родов - сентябрь.....	2742
Месяц родов - октябрь.....	2757
Месяц родов - ноябрь.....	2339
Месяц родов - декабрь.....	2524
Первая беременность.....	12374
Вторая беременность.....	7177
Третья беременность.....	4153
Четвертая и более беременность.....	5648
Первые роды.....	17510
Вторые роды.....	9428
Третьи роды.....	1765
Четвертые и более роды.....	650
Пол ребенка - мужской.....	15053
Пол ребенка - женский.....	14299
Плодность - при одноплодных родах.....	29129
Плодность - при многоплодии (первым из двойни, вторым из двойни).....	224
Ранняя явка - есть.....	16596
Ранняя явка - нет.....	12757

Рис. 118. Результат подсчета числа случаев

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ						
Выбранная цель	Выбранные сочетанные факторы					
	Наличие	Случаев	Всего	Частота	Нижняя граница	Верхняя граница
Достигается	Да	9	20	0,45000	0,21717	0,68283
	Нет	1302	29333	0,04439	0,04203	0,04674
Не достигается	Да	11	20	0,55000	0,31717	0,78283
	Нет	28031	29333	0,95561	0,95326	0,95797

Цель:  
Срок беременности 22-28 недель  
Срок беременности 29-34 недели  
Срок беременности 35-36 недель

Факторы:  
Предлежание плаценты с кровотечением (1) .....(O44.1 - O44.1)

Кoeffициент ассоциации: **0,893**  
Отношение шансов: **17,61478**

**Результат хи-квадрат:** Оптимистическая оценка: **77,06395**  
Пессимистическая оценка (с поправкой F.Yates): **67,85094**

**Табличные значения двухсторонней вероятности с числом степени свободы равной 1 (для таблицы 2 x 2):**

0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,001
1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827

Примечание: Нулевая гипотеза (отсутствие связи) отвергается при значении результата, превышающего табличное значение.

Рис. 119. Результаты расчетов

Оценка достоверности различий осуществляется по не перекрывающимся доверительным интервалам, а также по коэффициенту ассоциации, отношению шансов и пессимистической оценке хи-квадрат.

Данная программа работает в среде **Access**.

#### 6.4. Универсальная программа сбора и обработки медицинской статистической информации

Программа **MedStat** предназначена для сбора статистических данных по Тульской области [2]:

- ввод таблиц статистической отчетности;
- контроль ввода таблиц статистической отчетности;
- передача введенных данных на вышестоящий уровень;
- формирование сводных таблиц по району и области;
- просмотр и проведение выборок введенных данных по условиям.

Программа работает в среде **Access** и состоит из оболочки для взаимодействия с базами (файлы с расширением "sb").

Базы, такие как годовая статистическая отчетность, оперативная квартальная отчетность и другие, как источники для выполнения аналитических работ доступны через программу **MedStat**. Эти источники имеют обширную информацию по разнообразным вопросам здравоохранения и по этой причине заслуживают внимание аналитиков.

Внешний вид программы после загрузки и добавления в список статистических баз (кнопка «Добавить») показан на рис. 120.

После выбора курсором и нажатия кнопки «Выбрать» программа загрузит выбранную базу и будет готова для просмотра (рис. 121).

После нажатия кнопки «Сводные по области» загрузится перечень таблиц с указанием форм отчетности по области (рис. 122).

Выбрав курсором необходимую таблицу, двойным кликом мыши вызывается таблица (рис. 123). Далее необходимо курсором выбрать необходимую цифру, которая выделится оранжевым цветом. Одновременно с этим веку формы появится полное название столбца, а внизу - название строки с диапазоном кодов МКБ-10.

Если таблица большая по размерам, то появятся линии прокрутки, пользуясь которыми можно просмотреть всю таблицу. При этом название строк (слева) не будут перемещаться при прокрутке таблицы по горизонтали.

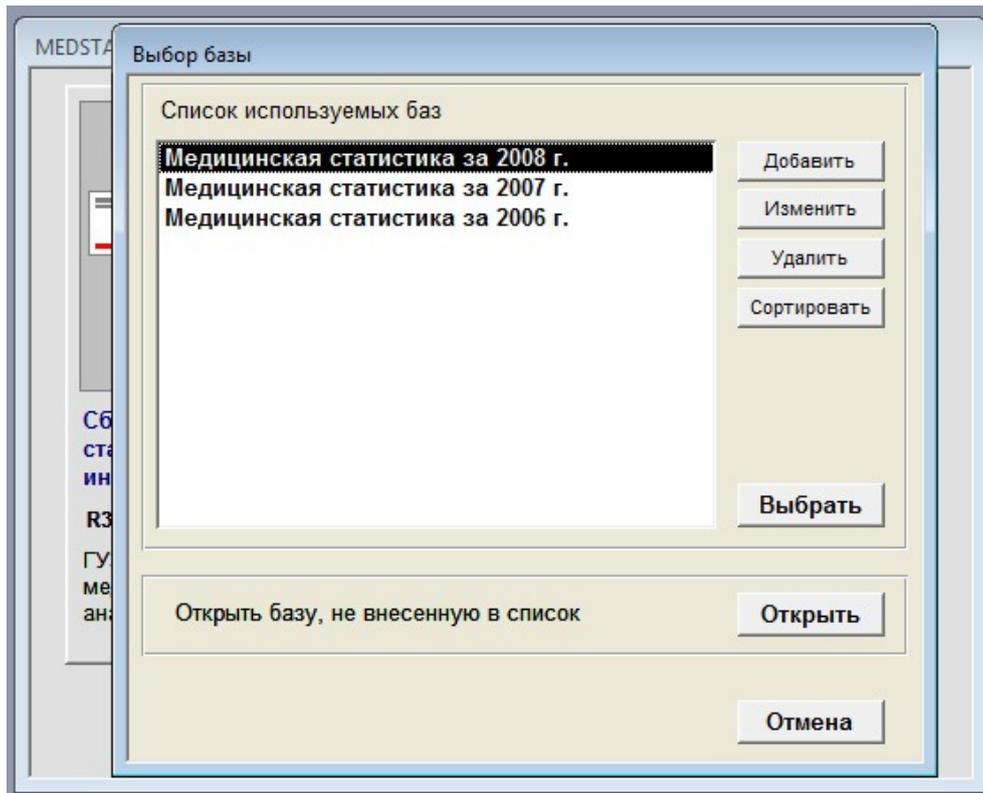
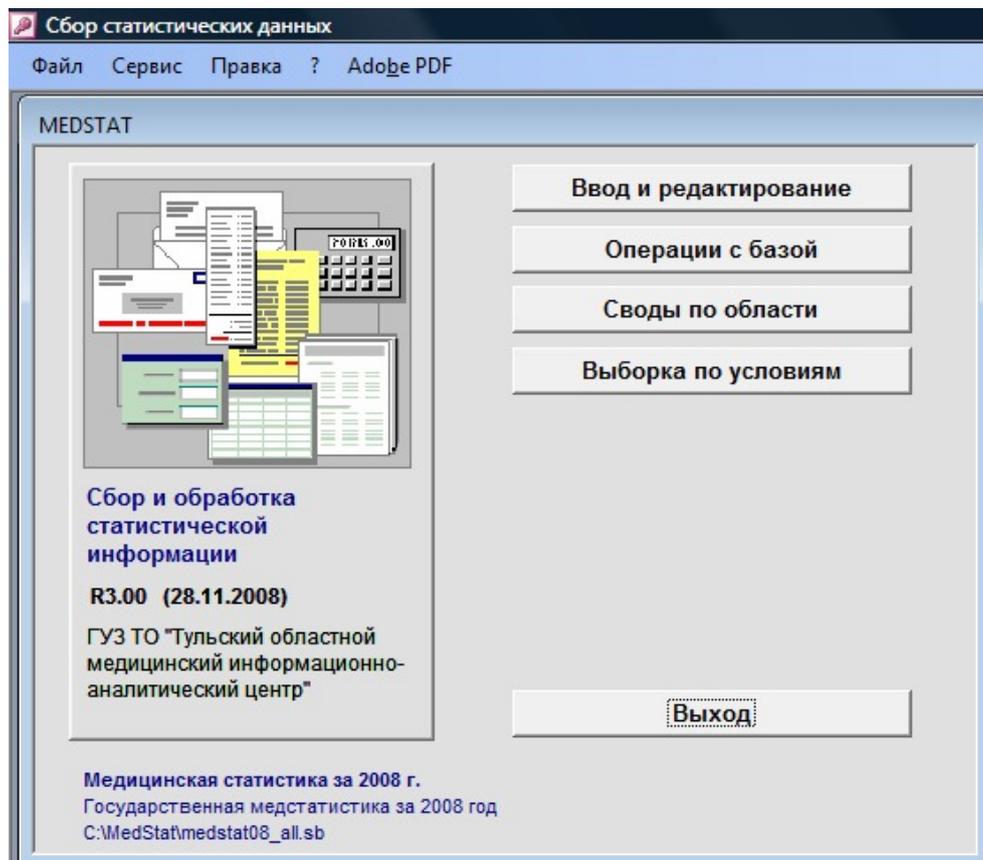
Рис. 120. Внешний вид программы **MedStat** после загрузки

Рис. 121. Состояние программы после загрузки базы

Сбор статистических данных

Файл Сервис Правка ? Adobe PDF

Сводные таблицы по области

Форма	Таблица	Название таблицы	Таблиц	Ошибок
12	1000	Дети (до 14 лет включительно)	116	0
12	1100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	111	0
12	2000	Подростки (15-17 лет включительно)	122	0
12	2100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	119	0
12	3000	Взрослые (18 лет и старше)	133	0
12	3001	-	79	0
12	3100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	129	0
12	вкладыш	Вкладыш к форме 12 (Сведения о числе цереброваскул	107	0
12-ч	1000	Дети (до 14 лет включительно)	54	0
12-ч	1100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	54	0
12-ч	2000	Подростки (15-17 лет включительно)	53	0
12-ч	2100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	54	0
12-ч	3000	Взрослые (18 лет и старше)	57	0
12-ч	3001	-	29	0
12-ч	3100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	56	0
12-ч	4000	-	52	0
12-ч	вкладыш	Вкладыш к форме 12-ч (Сведения о числе цереброваскул	44	0
13	1000	1000	38	0
14	2000	1. Состав больных в стационаре, сроки и исходы лечен	110	0
14	2100	Больные, переведенные в другие стационары	86	0
14	2200	Умершие новорожденные	35	0
14	2300	Больные инфарктом миокарда	51	0
14	2400	Умершие беременные, роженицы и родильницы	23	0
14	2500	Умерло в первые 24 часа после поступления в стационар	58	0
14	3000	2. Состав больных новорожденных, поступивших в возр	27	0
14	4000	3. Хирургическая работа учреждения	61	0
14	4100	Оперировано больных	60	0
14	4200	Из общего числа операций (единиц)	35	0
14	4201	Из общего числа операций (трансплантации и эндопрот	24	0
14	Вкладыш	Состав больных злокачественными новообразованиям	51	0

Просмотр свода  
Печать формы  
Межт. контроль свода  
Межт. контроль по ЛПУ  
Список ЛПУ  
Выход

Рис. 122. Перечень сводных таблиц по области

Сбор статистических данных

Файл Сервис Правка ? Adobe PDF

Сводные таблицы по области

Форма	Таблица	Название таблицы	Таблиц	Ошибок
12	1000	Дети (до 14 лет включительно)	116	0
12	1100	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения	111	0

Просмотр свода

Свод по области

[12 1000] Дети (до 14 лет включительно)

Зарегистрировано больных с данным заболеванием  
в том числе с диагнозом, установленным впервые в жизни

Только просмотр таблицы

	4	5	6	
Всего	1.0	440944	350433	72976
в том числе: некоторые инфекционные и паразитарн	2.0	17761	17178	458
новообразования	3.0	966	464	362
болезни крови, кроветворных органов и отдельные	4.0	3051	1551	1542
анемия	4.1	2886	1506	1417
нарушения свертываемости крови	4.2	27	4	22
в том числе: диссеминированное внутрисосудистое	4.2.1	1		1
гемофилия	4.2.2	10	1	9
отдельные нарушения, вовлекающие иммунный ме	4.3	31	13	28
болезни эндокринной системы, расстройства питани	5.0	6648	2062	4378
тиреотоксикоз (гипертиреоз)	5.1	2		2
сахарный диабет	5.2	188	22	166
инсулинозависимый сахарный диабет	5.2.1	186	22	164
инсулинонезависимый сахарный диабет	5.2.2	2		2
ожирение	5.3	3278	746	2346
муковисцидоз	5.4	10	1	9

новообразования

C00-D48

Режим ввода Ввод по строкам Межт. расчет Контроль Выход

Рис. 123. Загруженная таблица по детям

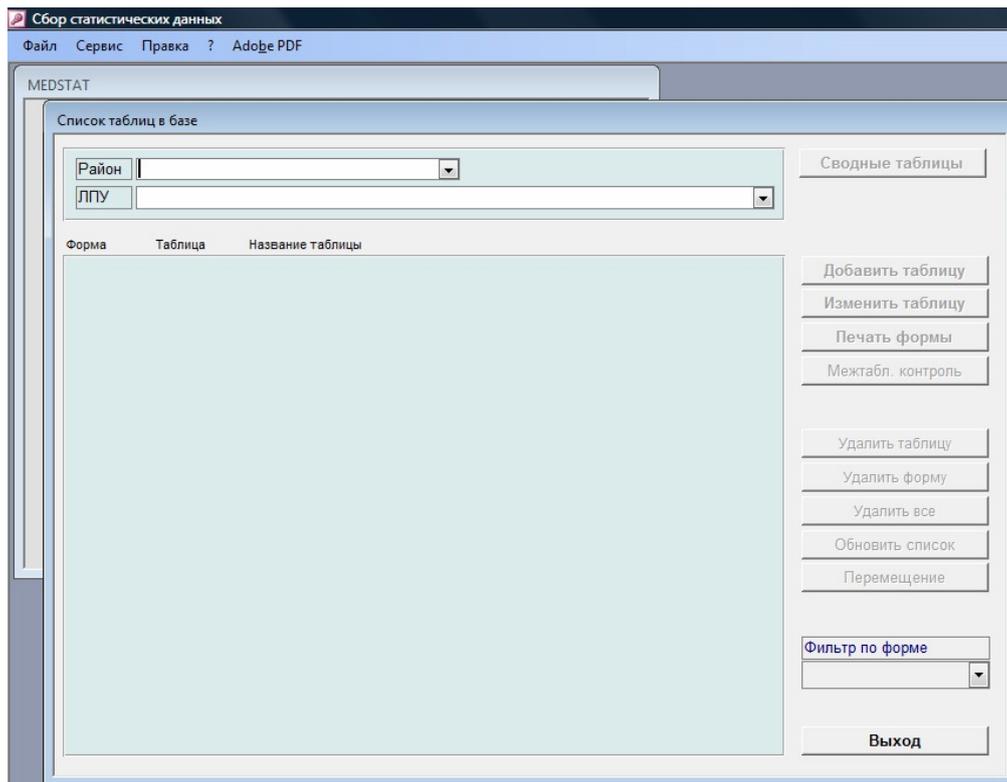


Рис. 124. Режим ввода и редактирования

Пользуясь режимом «Ввод и редактирование» (рис. 121) можно загрузить таблицы по району и, при необходимости, по конкретному учреждению (рис. 125), выбрав из списка необходимый район области и учреждение здравоохранения.

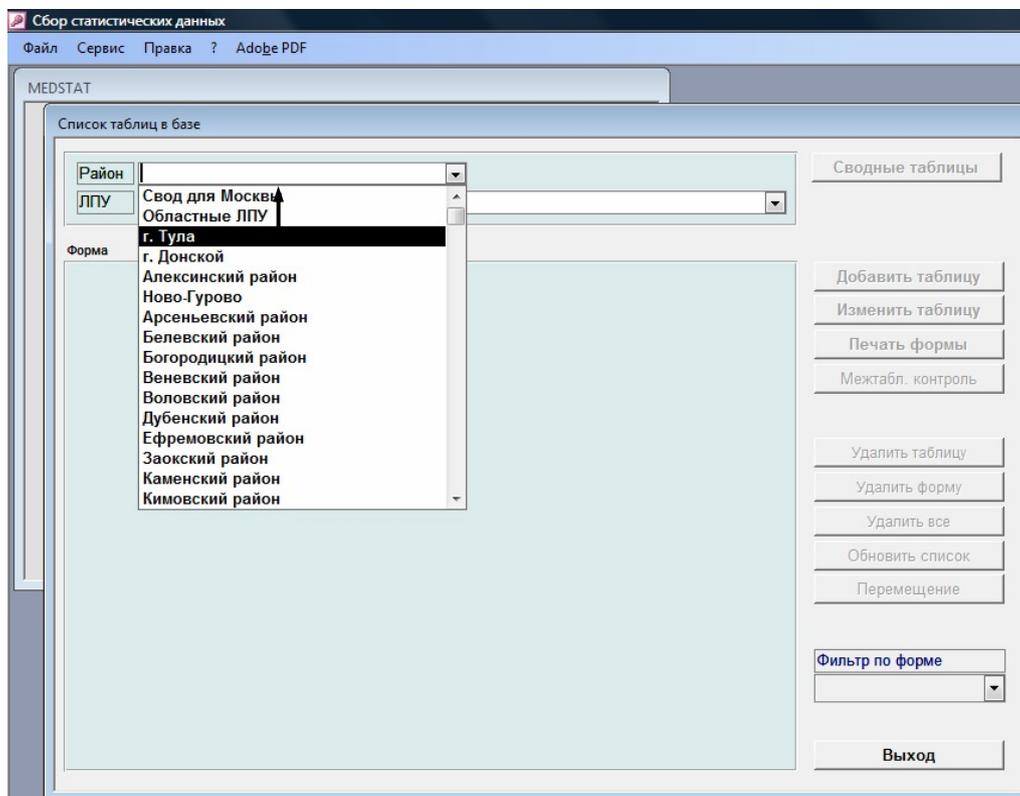


Рис. 125. Выбор муниципального образования

На рис. 126 показан вызванный перечень таблиц по выбранному муниципальному образованию. Кнопкой «Просмотр таблицы» осуществляется ее просмотр (рис. 127).



Имеется возможность кнопкой «Печать формы» (рис. 126) отобразить в **Word** все таблицы просматриваемой формы (частично показаны на рис. 128 – 130). При этом информация отображается в утвержденной форме отчетности и не требует при распечатке на бумагу бланочной продукции.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ**

КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ ГАРАНТИРУЕТСЯ ПОЛУЧАТЕЛЕМ ИНФОРМАЦИИ

Нарушение порядка представления статистической информации, а равно представление недостоверной статистической информации влечет ответственность, установленную статьей 13.19 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ, а также статьей 3 Закона Российской Федерации от 13.05.92 № 2761-1 "Об ответственности за нарушение порядка представления государственной статистической отчетности"

**СВЕДЕНИЯ О ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ**

за 2008 год

Представляют:	Сроки представления	Форма № 30
лечебно-профилактические учреждения всех профилей для взрослых и детей: - центральной районной (городской) больницы (рай(гор)здравоохранения); - центральной районной (городской) больницы (рай(гор)здравоохранения) сводный отчет по району и отчет каждого подведомственного учреждения; - органы управления здравоохранением республики, края, области, автономного округа; - органы управления здравоохранением республики, края, области, автономного округа, города федерального значения: - Минздраву России; - ИФ ОМС субъекта Российской Федерации, города федерального значения; - органу государственной статистики по месту, установленному территориальными органами Госкомстата России в республике, крае, области, городе федерального значения; Минздрав России в целом по России и субъектам Российской Федерации; - Госкомстату России	5 января	Утверждена постановлением Госкомстата России от 10.09.2002 № 175  Годовая
	в установленные последние сроки  в установленные Минздравом России сроки	
	25 марта	

Наименование отчитывающейся организации: Название ЛПУ \_\_\_\_\_

Работает в системе ОМС: да - 1; нет - 2 (подчеркнуть) \_\_\_\_\_

Почтовый адрес: Указывается адрес ЛПУ \_\_\_\_\_

Код формы по ОКУД	Код						
	означиваю- щаяся организация по ОКПО	вида деятельность и по ОКВЭД	отрасли по ОКОНХ	территории по ОКАТО	министерства (ведомства), органа управления по ОКOPУ	организацион- но-правовой формы по ОКOPФ	формы собствен- ности по ОКФС

Рис. 128. Отображение формы в **Word**

**Раздел I. ШТАТЫ УЧРЕЖДЕНИЯ НА КОНЕЦ ОТЧЕТНОГО ГОДА**

(1100) Коды по ОКЕИ: человек - 792, единица - 642

Наименование должности	№ строки	Число должностей в целом по учреждению		В том числе в поликлинике (амбулатории), диспансере, консультации		Число физических лиц основных работников на занятых должностях в целом по учреждению
		штатных	занятых	штатных	занятых	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Врачи - всего</b>	<b>01</b>	<b>2402,00</b>	<b>2344,50</b>	<b>1415,75</b>	<b>1367,00</b>	<b>1262</b>
в том числе специалисты: руководители учреждений и их заместители	02	90,00	86,50	45,00	43,00	79
<b>терапевты - всего</b>	<b>03</b>	<b>383,00</b>	<b>383,00</b>	<b>313,50</b>	<b>313,50</b>	<b>231</b>
из них: терапевты участковые (включая терапевтов участковых, приписных участков)	04	262,00	262,00	262,00	262,00	167
терапевты врачей: амбулаторий	05					
терапевты психовых участков	06	8,75	8,75	8,75	8,75	3
терапевты подростковых кабинетов	07	6,50	6,50	6,50	6,50	3
пульмонологи	08	11,00	11,00	4,25	4,25	6
ревматологи	09	19,00	18,50	10,50	10,00	11
кардиологи	10	45,50	45,00	20,25	19,75	25
гастроэнтерологи	11	9,75	9,75	5,75	5,75	7
диетологи	12	3,50	3,00	0,50	0,50	
нефрологи	13	10,50	10,50	4,25	4,25	4
эндокринологи	14	33,50	33,50	21,50	21,50	18
диабетологи	15	0,50	0,50	0,50	0,50	
аллергологи - иммунологи	16	5,00	4,00	5,00	4,00	2
гематологи	17					
инфекционисты	18	32,25	29,00	13,50	12,00	19
физיותרпевты	19	33,75	32,25	22,25	20,75	17
врачи по лечебно и физкультуре	20	16,50	16,50	12,00	12,00	5
врачи по спортивно и медицине	21	1,50	1,50	1,50	1,50	1
врачи функциональной диагностики	22	49,00	48,50	24,25	23,75	9
хирурги	23	109,25	108,25	37,00	36,00	72
общей хирургии	24	1,00	1,00			
торакальной хирургии	25					
колопроктологии	26	5,00	5,00	2,00	2,00	3
травматологи - ортопеды	27	82,75	82,75	39,00	39,00	47
врачи мануальной терапии	28	2,00	2,00	0,50	0,50	
урологи	29	24,75	24,75	14,75	14,75	17
нейрохирурги	30	16,25	16,25			8
трансфузиологи	31	5,75	5,75			1
анестезиологи - реаниматологи	32	140,00	139,00	1,00	1,00	51
эндоскописты	33	26,25	26,25	12,25	12,25	10

Рис. 129. Продолжение формы 30 (таблица 1100)

**Раздел III. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТАЦИОНАРА**

**1. Коечный фонд и его использование**

Код по ОКЕИ: койка – 911, человек – 792

**(3100)**

№ стр	Профиль коек	Число коек, фактически развернутых и свернутых на ремонт		В отчетном году	
		на конец отчетного года	среднегодовых	поступило больных - всего	в том числе сельских жителей
1	2	3	4	5	6
01	<b>Всего</b>	3397,00	3427,00	95631,00	3719,00
	в том числе:				
02	терапевтические	435,00	435,00	12316,00	194,00
03	кардиологические	197,00	197,00	4912,00	31,00
04	кардиоревматологические для детей	25,00	25,00	724,00	32,00
05	гастроэнтерологические для взрослых	50,00	50,00	1252,00	19,00
06	гастроэнтерологические для детей	20,00	20,00	436,00	6,00
07	аллергологические для взрослых				
08	аллергологические для детей				
09	восстановительного лечения для взрослых				
10	восстановительного лечения для детей				
11	эндокринологические для взрослых	60,00	60,00	1764,00	
12	эндокринологические для детей				
13	инфекционные для взрослых	100,00	100,00	1723,00	66,00
14	инфекционные для детей	255,00	255,00	6664,00	527,00
15	гематологические для взрослых				
16	гематологические для детей				
17	нефрологические для взрослых	30,00	30,00	789,00	30,00
18	нефрологические для детей	15,00	15,00	296,00	6,00
19	хирургические для взрослых	296,00	296,00	9315,00	107,00
20	хирургические для детей	30,00	35,00	1347,00	5,00
21	нейрохирургические для взрослых	45,00	45,00	1440,00	
22	нейрохирургические для детей				
23	торакальной хирургии для взрослых				
24	торакальной хирургии для детей				
25	Кардиохирургические койки				
26	койки для сосудистой хирургии	20,00	20,00	603,00	
27	травматологические для взрослых	170,00	170,00	3393,00	103,00
28	травматологические для детей	40,00	40,00	997,00	39,00
29	ожоговые				
30	ортопедические для взрослых	30,00	30,00	520,00	
31	ортопедические для детей	10,00	10,00	172,00	38,00
32	урологические для взрослых	80,00	80,00	2881,00	67,00
33	урологические для детей				
34	стоматологические для взрослых	80,00	80,00	2827,00	603,00
35	стоматологические для детей				

Рис. 130. Таблица 3100 формы 30

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Значения t-критерия Стьюдента при уровне значимости  $\alpha$ 

v	$\alpha$		
	0,95	0,99	0,999
1	12,706	63,657	636,619
2	4,303	9,925	31,598
3	3,182	5,841	12,941
4	2,776	4,604	8,610
5	2,571	4,032	6,859
6	2,447	3,707	5,959
7	2,365	3,499	5,405
8	2,306	3,355	5,041
9	2,262	3,250	4,781
10	2,228	3,169	4,587
11	2,201	3,106	4,487
12	2,179	3,055	4,318
13	2,160	3,012	4,221
14	2,145	2,977	4,14
15	2,131	2,947	4,073
16	2,120	2,921	4,015
17	2,110	2,898	3,965
18	2,103	2,878	3,922
19	2,093	2,861	3,883
20	2,086	2,845	3,850
21	2,08	2,831	3,819
22	2,074	2,819	3,792
23	2,069	2,807	3,767
24	2,064	2,797	3,745
25	2,06	2,787	3,725
26	2,056	2,779	3,707
27	2,052	2,771	3,690
28	2,048	2,763	3,674
29	2,045	2,756	3,659
30	2,042	2,750	3,646
31	2,040	2,745	3,634
32	2,038	2,741	3,623
33	2,036	2,736	3,613
34	2,034	2,732	3,603
35	2,032	2,727	3,593
36	2,029	2,723	3,584
37	2,027	2,718	3,575
38	2,025	2,714	3,567
39	2,023	2,709	3,559
40	2,021	2,704	3,551
41	2,02	2,702	3,545
42	2,019	2,700	3,540
43	2,018	2,698	3,535
44	2,017	2,696	3,530
45	2,016	2,694	3,525
46	2,015	2,692	3,520
47	2,014	2,690	3,515
48	2,013	2,688	3,510
49	2,012	2,686	3,506
50	2,010	2,684	3,502
51	2,009	2,681	3,498
52	2,008	2,679	3,494
53	2,007	2,677	3,489
54	2,006	2,674	3,480
55	2,005	2,672	3,476
56	2,004	2,670	3,472
57	2,003	2,667	3,468
58	2,002	2,665	3,464
59	2,001	2,663	3,460
60	2,000	2,660	3,457

v	$\alpha$		
	0,95	0,99	0,999
61	2,000	2,659	3,453
62	1,999	2,658	3,450
63	1,999	2,657	3,447
64	1,999	2,656	3,443
65	1,998	2,655	3,441
66	1,998	2,654	3,439
67	1,998	2,653	3,437
68	1,997	2,652	3,435
69	1,997	2,651	3,433
70	1,997	2,650	3,431
71	1,996	2,649	3,429
72	1,996	2,649	3,427
73	1,996	2,648	3,425
74	1,995	2,647	3,423
75	1,995	2,647	3,421
76	1,995	2,646	3,419
77	1,994	2,645	3,417
78	1,994	2,645	3,415
79	1,994	2,644	3,413
80	1,993	2,643	3,412
81	1,993	2,643	3,411
82	1,993	2,642	3,410
83	1,992	2,641	3,409
84	1,992	2,641	3,408
85	1,992	2,640	3,407
86	1,991	2,639	3,406
87	1,991	2,639	3,405
88	1,991	2,638	3,484
89	1,990	2,637	3,404
90	1,990	2,637	3,403
91	1,990	2,636	3,402
92	1,989	2,636	3,401
93	1,989	2,635	3,400
94	1,989	2,635	3,399
95	1,988	2,634	3,398
96	1,988	2,634	3,397
97	1,988	2,633	3,396
98	1,987	2,633	3,395
99	1,987	2,632	3,394
100	1,987	2,632	3,393
101	1,986	2,631	3,392
102	1,986	2,631	3,391
103	1,986	2,630	3,390
104	1,985	2,630	3,389
105	1,985	2,630	3,388
106	1,985	2,629	3,387
107	1,984	2,629	3,386
108	1,984	2,629	3,385
109	1,984	2,630	3,384
110	1,983	2,630	3,383
111	1,983	2,630	3,382
112	1,983	2,629	3,381
113	1,982	2,629	3,380
114	1,982	2,629	3,379
115	1,982	2,628	3,378
116	1,981	2,628	3,377
117	1,981	2,628	3,376
118	1,981	2,627	3,375
119	1,980	2,627	3,374
120	1,980	2,617	3,373
$\infty$	1,960	2,576	3,291

## Значения F-критерия Фишера при уровне значимости 0,05

V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	30	∞
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	250	254
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41	19,42	19,43	19,44	19,46	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74	8,71	8,69	8,66	8,62	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91	5,87	5,84	5,80	5,74	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68	4,64	4,60	4,56	4,50	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,96	3,92	3,87	3,81	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57	3,52	3,49	3,44	3,38	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28	3,23	3,20	3,15	3,08	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07	3,02	2,98	2,93	2,86	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91	2,86	2,82	2,77	2,70	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79	2,74	2,70	2,65	2,57	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69	2,64	2,60	2,54	2,46	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60	2,55	2,51	2,46	2,38	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53	2,48	2,44	2,39	2,31	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,43	2,39	2,33	2,25	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42	2,37	2,33	2,28	2,20	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38	2,33	2,29	2,23	2,15	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,29	2,25	2,19	2,11	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31	2,26	2,21	2,15	2,07	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28	2,23	2,18	2,12	2,04	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25	2,20	2,15	2,09	2,00	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,26	2,23	2,18	2,13	2,07	1,98	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,24	2,20	2,14	2,10	2,04	1,96	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18	2,13	2,09	2,02	1,94	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16	2,11	2,06	2,00	1,92	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15	2,10	2,05	1,99	1,90	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,16	2,13	2,08	2,03	1,97	1,88	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12	2,06	2,02	1,96	1,87	1,67
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10	2,05	2,00	1,94	1,85	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09	2,04	1,99	1,93	1,84	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00	1,95	1,90	1,84	1,74	1,51
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95	1,90	1,85	1,78	1,69	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92	1,86	1,81	1,75	1,65	1,39
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85	1,79	1,75	1,68	1,57	1,28
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,79	1,75	1,69	1,64	1,57	1,46	1,00

**Алгоритм используемой в аналитических расчетах алгебраической модели конструктивной (интуитивистской) логики**

**Вход:** массивы  $X[1...m, 1...n]$ ,  $Y[1...m, 1...l]$  вещественных чисел (в частности целых) и строка-цель  $Y[0...l]$  целых чисел (в частности булевых 0 и 1), указывающие для каждого столбца  $Y[1..m]$  классы эквивалентности  $Y^e$ , в частности  $Z$ , которые кодируются, например, как 0 или 1, относительно которых далее будут вычисляться модели. Строки  $X, Y$  упорядочены естественным образом, например, по времени (т. е. в частности  $i=t$ ).

**Выход:** тупиковая дизъюнктивная нормальная форма относительно всех классов эквивалентности для  $Z$ , в данном алгоритме эта форма обозначается как АМКЛ; распознавание принадлежности новой строки  $m+1$  к одному из классов  $Z$ ; вычисление "контекста" - интервалов  $[\min x, \max x]$ ,  $[\min y, \max y]$  для каждого вывода (импликации  $K$ ) по указанию пользователя.

Таблица 1

Табличное представление входных и выходных массивов данных

	1 ... j ... n	1 ... l	1 ... l	t
1	X	Y	$Y^e$	Z
·				
·				
i				
·				
·				
M				
m+1		?	?	?

Основные блоки:

- I. Вычисление квантованного на  $\varepsilon=0, 1, \dots$  классов эквивалентности массивов  $Y$  и  $Z$ .
- II. Вычисление импликаций  $K_i = x_{j1}^0 \& x_{j2}^0 \& \dots \& x_{jr}^0 = Z$ , где  $x^0$  - область определения для  $K$  и  $\supset$  - импликация ("если... , то...").
- III. Минимизация покрытия всех строк  $i$  и вычисление АМКЛ.
- IV. Вычисление контекста АМКЛ.
- V. Распознавание принадлежности новой строки  $m+1$  к одному из классов  $Z$ .

Начало блока I:

- 1) задать  $l, m, n, Y_0$ ;
- 2) вычислить среднее  $y_j^0$  по всем  $j$ ;
- 3) если  $y[i, j] \leq y_j^0$ , то  $y^e[i, j]=0$ , иначе  $y^e:=1$ ;
- 4) если строка  $Y^e[i] = Y_0$ , то  $Z[i]=1$ , иначе  $Z:=0$ ;
- 5) вычислить сумму  $S$  единиц в столбце  $Z$ ;
- 6) если  $\text{abs}(m/2 - S) \leq 0,05m$ , то перейти к блоку II;
- 7) иначе упорядочить  $y[i, j]$  по каждому столбцу по возрастанию;
- 8) если  $S > m/2$  и если  $y_0[j]=0$ , тогда
  - 9) выбрать в качестве точки разбиения  $y_j^0$  среднее между предыдущим значением  $y_j^0$  и ближайшим к нему значением  $y_j \leq y_j^0$ , взятого из списка упорядоченных  $y_j$ ;
  - 10) если  $y_0[j]=1$ , тогда
    - 11) выбрать в качестве точки разбиения  $y_j^0$  среднее между предыдущим значением  $y_j^0$  и ближайшим к нему значением  $y_j > y_j^0$ , взятого из списка упорядоченных  $y_j$ ;
    - 12) если  $S \leq m/2$  и  $y_0[j]=0$ , тогда аналогичным образом  $y_j^0$  выбирается как среднее между предыдущим  $y_j^0$  и ближайшим элементом  $y_j > y_j^0$ , если же  $y_0[j]=1$ , то  $y_j^0$  выбирается как среднее между предыдущим  $y_j^0$  и ближайшим элементом  $y_j \leq y_j^0$ , взятого из упорядоченного списка  $y_j$ ;
    - 13) подсчитать общее число обращений к п. 3, если это число "сдвигов" точек разбиения  $y_j^0 > m/2$ , то перейти к блоку II, иначе перейти к п. 3;

14) предусмотреть непосредственное задание  $y_j^0$ .

Конец блока I.

Начало блока II:

15) выбрать первую (при последующих обращениях - очередную) строку  $X_i$ , для которой  $Z=1$ ;

16) ввести локальную точку отсчета времени  $t=0$  для этой строки, упорядочить все строки  $X_i|Z \neq 1$  в порядке возрастания  $|t|$  (удаления от  $X_i|Z=1$ );

17) сравнить  $X_i|Z=1$  с ближайшей  $X_i|Z \neq 1$ , выбираемой из упорядоченного списка и построить интервалы  $\alpha_j < x_{ij} < \beta_j$ , где  $x_{ij}$  берутся из  $X|Z=1$ , а  $\alpha, \beta$  - ближайшие к  $x_{ij}$  значения этого же  $X_i$ , но взятые из  $X_i|Z=0$ , по ходу формирования интервалов они могут лишь сжиматься, если  $x_{ij}=x_{i+k,j}$ , где  $k=1,2,\dots$  - номер строки сравнения ( $Z \neq 1$ ), выбираемой из упорядоченного списка, то соответствующий интервал вычеркивается и в дальнейших сравнениях не принимает участия (только для данной целевой строки  $X_i|Z=1$ );

18) если исчезают все интервалы, то следует восстановить интервал, исчезающий позднее всех;

19) после исчерпания всего упорядоченного списка строк сравнения подсчитать, сколько раз  $|W|$  включаются  $x_{ij}$  для всех целевых строк в соответствующие интервалы и выбрать единственный интервал с максимальным  $|W|$ , при одинаковых оценках  $|W|$  выбирается первый по списку интервал (здесь возможно усложнение алгоритма - каждый из таких интервалов последовательно участвует в последующих операциях с целью получения формулы  $K$  с максимальной оценкой  $|W|$ , см. п.24);

20) если все интервалы исчезают одновременно, выдать сообщение "строка  $i$  совпадает со строкой  $i+k$  и перейти к п. 15;

21) сформулировать гипотезу: "если  $\alpha_j < X_j < \beta_j$ , то  $Z=1$ " и проверить ее по всем  $X_i|Z \neq 1$ , если формула истинная, то запомнить  $(\alpha_j, \beta_j)$ , ее оценку  $|W|$  и перейти к п. 15, если ложная - пометить строки  $X_i|Z \neq 1$ , где наблюдались противоречия;

22) удалить из упорядоченных строк сравнения все, кроме помеченных, вычеркнуть столбец  $X_i$ , элемент которого  $x_{ij}$  уже вошел в импликацию  $x_{ij}^0 \supset Z=1$  и перейти к п. 17;

23) после выделения каждого последующего интервала  $x_{ij}^0$  строится усложненная гипотеза  $x_{ij1}^0 \& x_{ij2}^0 \& \dots \& x_{ijr}^0 \supset Z=1$ , где  $r$  - ранг соответствующей конъюнкции, при проверке гипотезы достаточно проверить лишь очередной новый интервал  $x_{ij}^0$  на невхождение в  $X_i|Z \neq 1$ , затем перейти к п. 17;

24) запись импликации  $K_i$ , множества  $W_i$  включенных в эту область номеров строк  $i$  и оценки  $|W|$ , перейти к п. 15.

Конец блока II.

Начало блока III:

25) упорядочить все  $K_i$  по убыванию  $|W|$ ;

26) выбрать первый  $K_i$ ;

27) выбрать  $K_2$ : если  $M_2 \subset W_1$ , то  $K_2$  вычеркивается, иначе выбираются следующие  $K_i$ , причем  $W_i$  сравниваются с объединенным множеством  $\bigcup W_i$  ранее выбранных  $K_i$ , для каждого из них  $W_{i+1} \not\subset \bigcup W_i$ ;

28) запись АМКЛ, т. е. интервалов  $x_j^0$  для каждой конъюнкции  $K$ , их  $W$  и  $|W|$  и далее записать  $K_1VK_2V\dots \supset Z_1$ ;

29) задать иные ( $\varepsilon \neq 1$ ) значения  $Z$  и вычислить иные (обратные в случае  $\varepsilon \neq (0,1)$ ) АМКЛ.

Конец блока III.

Начало блока IV:

30) вычислить ( $\min x, \max x$ ) и ( $\min y, \max y$ ) для  $K_i$ , входящих в АМКЛ, исходя из  $W_i$  (по требованию пользователя);

31) предусмотреть вычисление ( $\min x, \max x$ ), ( $\min y, \max y$ ) по всем  $X, Y$ ;

32) запись АМКЛ с новыми интервалами.

Конец блока IV.

Начало блока V:

33) записать строку  $X[m+1, 1\dots n]$ , предъявленную для распознавания класса  $Z$ ;

34) если  $\forall x|K_i \in K_i$ , то записать  $|W_i|$ , если эти включения в прямую АМКЛ ( $Z_1$ ), то оценки  $W_i$  положительные, если включения в  $K$  для иных АМКЛ ( $\varepsilon \neq 1$ ), то оценки  $W_i$  отрицательные;

35) вычислить алгебраическую сумму оценок  $\sum W_i^\varepsilon$ , если она положительна, то  $X[m+1, 1\dots n]$  относится к  $Z_1$ , если отрицательна - к  $Z^{\varepsilon \neq 1}$ ;

36) вычислить  $\min Y, \max Y$  для этой  $X$  по тем  $K_i$  для распознанного  $\varepsilon$ , которые участвовали в распознавании  $Z$ ;

37) аналогичным образом все вышеприведенные вычисления провести для иных значений  $\varepsilon$ .

Конец блока V.

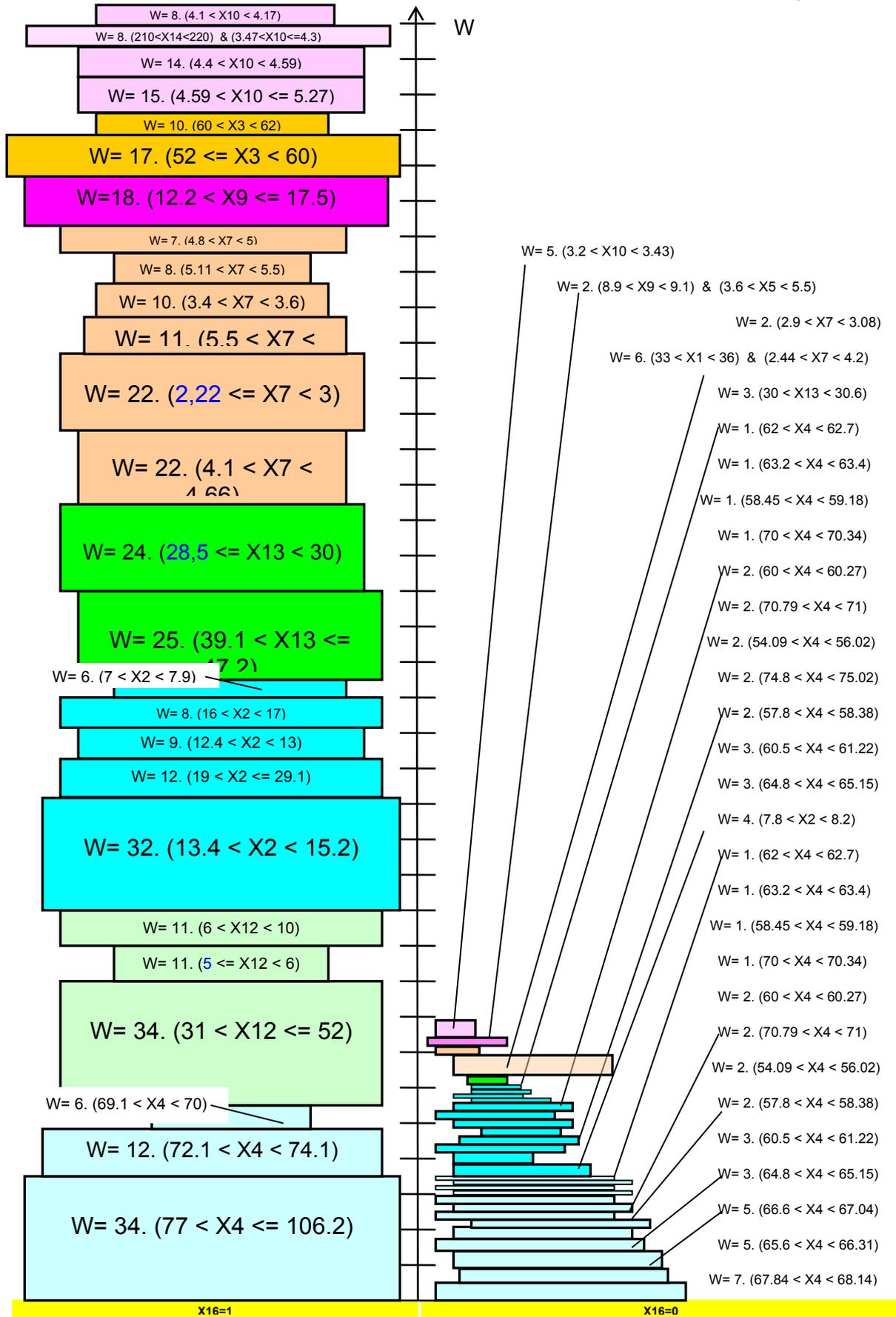


Рис.1. Графическое представление наиболее мощных результирующих импликант для  $X_{16}=1$

## Примеры графического представления (Хадарцева К.А., 2009)

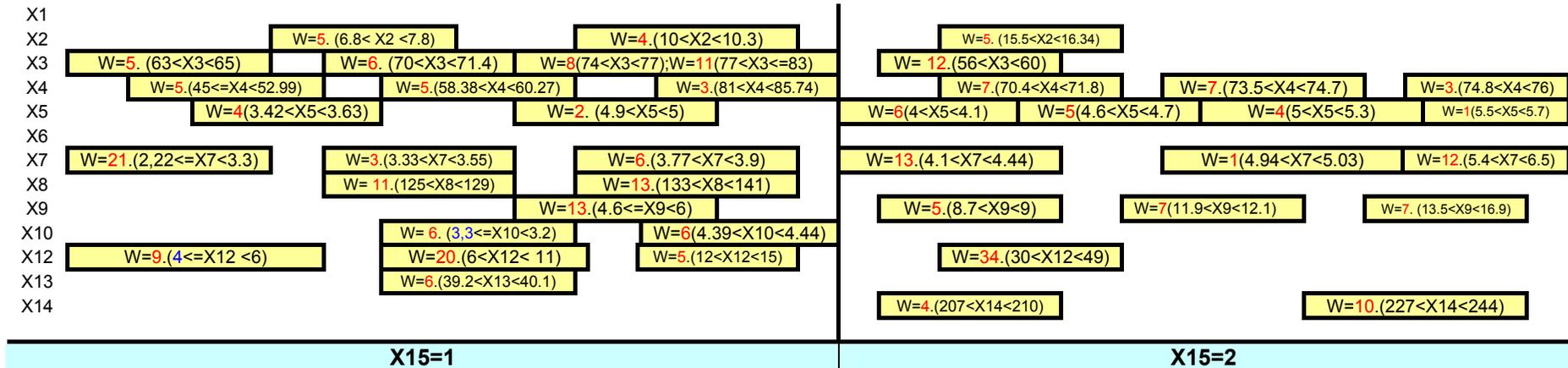


Рис. 1. Графическое представление результирующих импликант по гестозам (водянка)

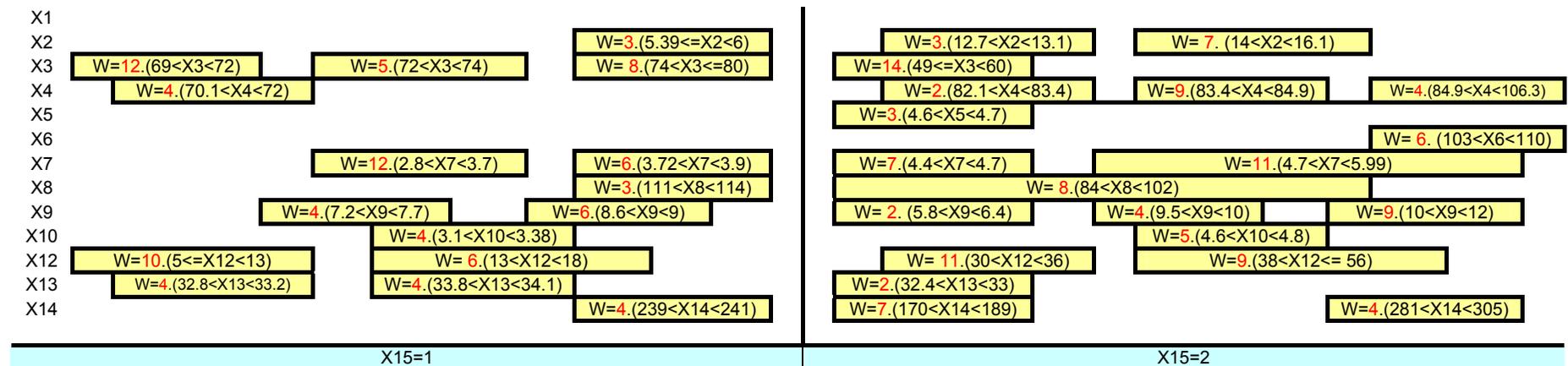


Рис. 2. Графическое представление результирующих импликант по гестозам (нефропатия)

### Частотный анализ перинатальной смертности населения

Расчет производился в доверительных интервалах с доверительной вероятностью 95% с помощью специальной программы (рис. 1) за период 2000-2004 годы по Тульской области, созданной для объединения массивов перинатальной смертности и родов, а также для анализа сочетанного и не сочетанного влияния различных факторов на перинатальную смертность (рис. 2).

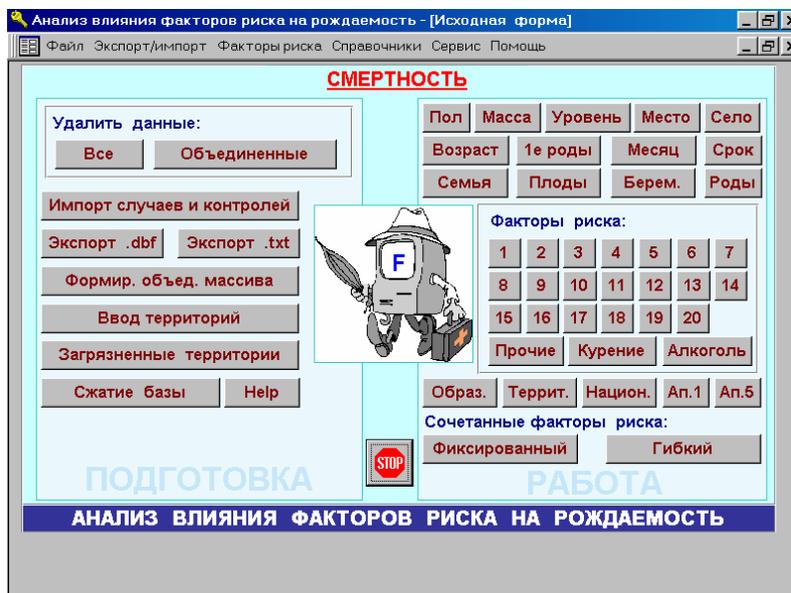


Рис. 1. Внешний вид специальной аналитической программы

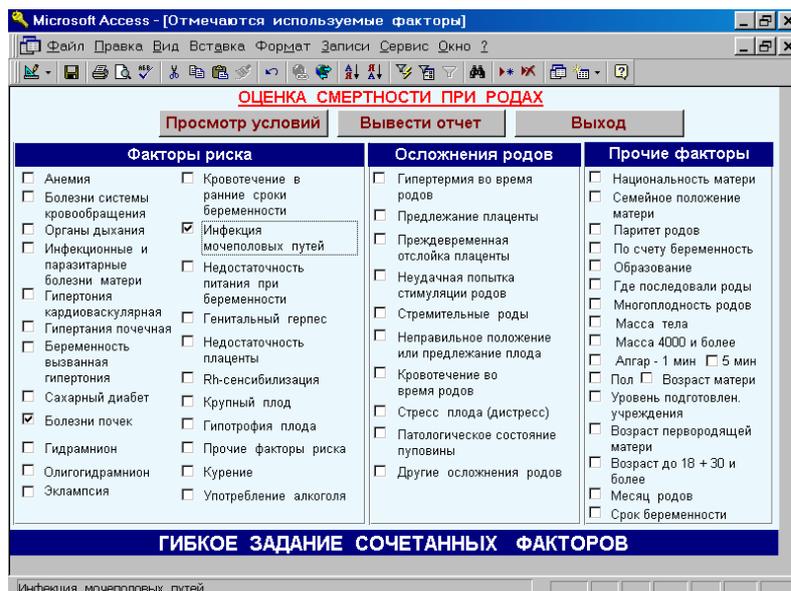


Рис. 2. Форма задания сочетанных факторов для анализа

Пользуясь возможностями программы (рис. 1), выявлены достоверные сильно действующие на перинатальную смерть факторы.

Таблица 1

#### Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от пола ребенка

Пол ребенка	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Мужской	Нет	29128	56600	0,51463	0,51051	0,51875
	Да	406	742	0,54717	0,51135	0,58299
Женский	Нет	27427	56600	0,48458	0,48046	0,48869
	Да	335	742	0,45148	0,41568	0,48729

Достоверных различий в перинатальной смертности по мужскому и женскому полу нет.

Таблица 2

## Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от курения матери

Курение матери (FF1)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1246	56600	<b>0,02201</b>	0,02081	0,02322
	Да	68	742	<b>0,09164</b>	0,07088	0,11240
Нет	Нет	55354	56600	<u>0,97799</u>	0,97678	0,97919
	Да	674	742	<u>0,90836</u>	0,88760	0,92912

Курение матери достоверно повышает частоту случаев перинатальной смерти в 4,16 раза.

Таблица 3

## Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от употребления алкоголя

Употребление алкоголя (FF2)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	125	56600	<b>0,00221</b>	0,00182	0,00260
	Да	22	742	<b>0,02965</b>	0,01744	0,04185
Нет	Нет	56475	56600	<u>0,99779</u>	0,99740	0,99818
	Да	720	742	<u>0,97035</u>	0,95815	0,98256

Употребление алкоголя достоверно повышает частоту случаев перинатальной смерти в 13,42 раза.

Таблица 4

## Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от массы тела ребенка

Масса тела, г. (MF <sub>1</sub> )	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 до 1500	Нет	283	56600	<b>0,00500</b>	0,00442	0,00558
	Да	111	742	<b>0,14960</b>	0,12393	0,17526
2 1500 - 1999	Нет	706	56600	<b>0,01247</b>	0,01156	0,01339
	Да	175	742	<b>0,23585</b>	0,20530	0,26640
3 2000 - 2499	Нет	2264	56600	<b>0,04000</b>	0,03839	0,04161
	Да	141	742	<b>0,19003</b>	0,16180	0,21826
4 2500 - 2999	Нет	9456	56600	0,16707	0,16399	0,17014
	Да	116	742	0,15633	0,13020	0,18247
5 3000 - 3999	Нет	39334	56600	<u>0,69495</u>	0,69115	0,69874
	Да	174	742	<u>0,23450</u>	0,20402	0,26499
6 4000 - 4999	Нет	4512	56600	<u>0,07972</u>	0,07749	0,08195
	Да	22	742	<u>0,02965</u>	0,01744	0,04185
7 5000 и более	Нет	35	56600	0,00062	0,00041	0,00082
	Да	2	742	0,00270	0,00000	0,00643

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше в 29,92 раза для массы до 1500 г., в 18,91 раза для 1500 - 1999 г., в 4,75 раза для 2000 - 2499 г.;  
 б) ниже в 2,96 раза для массы 3000 - 3999 г. и в 2,69 раза для 4000 - 4999 г..

**Примечание.** В расчете учитывались для массы до 1500 г. случаи смерти плода с массой до 1000 г.

Таблица 5

## Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от срока беременности

Срок беременности (KF <sub>1</sub> )	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 28-32 недели	Нет	685	56600	<b>0,01210</b>	0,01120	0,01300
	Да	233	742	<b>0,31402</b>	0,28062	0,34741
2 33-36 недель	Нет	2520	56600	<b>0,04452</b>	0,04282	0,04622
	Да	188	742	<b>0,25337</b>	0,22207	0,28466
3 37-40 недель	Нет	51207	56600	<u>0,90472</u>	0,90230	0,90714
	Да	285	742	<u>0,38410</u>	0,34910	0,41909
4 41 и более	Нет	2155	56600	0,03807	0,03650	0,03965
	Да	31	742	0,04178	0,02738	0,05618

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше в 25,95 раза для срока беременности 28-32 недели, в 5,69 раза для 33-36 недель;  
 б) ниже в 2,36 раза для срока беременности 37-40 недель.

Таблица 6

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от возраста первородящей матери**

Возраст первородящей матери (VF <sub>i</sub> )	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница	
1	Неизвестно	Нет	19846	56600	<b>0,35064</b>	0,34670	0,35457
	Да	312	742	<b>0,42049</b>	0,38497	0,45600	
2	До 18 лет	Нет	1860	56600	0,03286	0,03139	0,03433
	Да	23	742	0,03100	0,01853	0,04347	
3	с 18 лет до 24 лет	Нет	21579	56600	<u>0,38125</u>	0,37725	0,38526
	Да	246	742	<u>0,33154</u>	0,29766	0,36541	
4	с 24 лет до 30 лет	Нет	11009	56600	0,19451	0,19124	0,19777
	Да	123	742	0,16577	0,13901	0,19253	
5	с 30 лет до 35 лет	Нет	1793	56600	0,03168	0,03024	0,03312
	Да	31	742	0,04178	0,02738	0,05618	
6	с 35 лет до 40 лет	Нет	443	56600	0,00783	0,00710	0,00855
	Да	4	742	0,00539	0,00012	0,01066	
7	40 лет и более	Нет	70	56600	0,00124	0,00095	0,00153
	Да	3	742	0,00404	0,00000	0,00861	

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше в 1,20 раза при неизвестном возрасте и не первородящей матери;  
 б) ниже 1,15 раза при возрасте матери 18-24 года.

Таблица 7

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от паритета родов**

Паритет родов (по счету роды), RF <sub>i</sub>	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1	Нет	36754	56600	<u>0,64936</u>	0,64543	0,65330
	Да	430	742	<u>0,57951</u>	0,54400	0,61503
2	Нет	15589	56600	0,27542	0,27174	0,27910
	Да	190	742	0,25606	0,22466	0,28747
3	Нет	4250	56600	<b>0,07509</b>	0,07292	0,07726
	Да	106	742	<b>0,14286</b>	0,11768	0,16804

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше 1,90 раза при паритете родов равным 3;  
 б) ниже в 1,12 раза при паритете родов равным 1.

Таблица 8

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от паритета беременности**

Паритет беременности (по счету беременность), BF <sub>i</sub>	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1	Нет	26169	56600	0,46235	0,45824	0,46646
	Да	268	742	0,36119	0,32662	0,39575
2	Нет	13381	56600	0,23641	0,23291	0,23991
	Да	165	742	0,22237	0,19245	0,25229
3	Нет	7070	56600	0,12491	0,12219	0,12764
	Да	97	742	0,13073	0,10647	0,15498
4	Нет	4393	56600	0,07761	0,07541	0,07982
	Да	69	742	0,09299	0,07209	0,11389
5	Нет	2579	56600	<b>0,04557</b>	0,04385	0,04728
	Да	50	742	<b>0,06739</b>	0,04935	0,08542
6	Нет	1149	56600	<b>0,02030</b>	0,01914	0,02146
	Да	34	742	<b>0,04582</b>	0,03078	0,06087
7	Нет	768	56600	<b>0,01357</b>	0,01262	0,01452
	Да	22	742	<b>0,02965</b>	0,01744	0,04185

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше в 1,48 раза при паритете беременности равным 5, в 2,26 раза - при 6 и в 2,18 раза - при 7;  
 б) ниже в 1,28 раза при паритете беременности равным 1.

Таблица 9

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от анемии**

Анемия (F1)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	14122	56600	0,24951	0,24594	0,25307
	Да	184	742	0,24798	0,21691	0,27905
Нет	Нет	42478	56600	0,75049	0,74693	0,75406
	Да	558	742	0,75202	0,72095	0,78309

Достоверных различий в перинатальной смертности по анемии нет.

Таблица 10

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от болезней системы кровообращения**

Болезни системы кровообращ. (F2)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1263	56600	0,02231	0,02110	0,02353
	Да	23	742	0,03100	0,01853	0,04347
Нет	Нет	55337	56600	0,97769	0,97647	0,97890
	Да	719	742	0,96900	0,95653	0,98147

Достоверных различий в перинатальной смертности по болезням системы кровообращения нет.

Таблица 11

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от болезней органов дыхания**

Болезни органов дыхания (F3)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	626	56600	0,01106	0,01020	0,01192
	Да	11	742	0,01482	0,00613	0,02352
Нет	Нет	55974	56600	0,98894	0,98808	0,98980
	Да	731	742	0,98518	0,97648	0,99387

Достоверных различий в перинатальной смертности по болезням органов дыхания нет.

Таблица 12

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от инфекционных и паразитарных болезней матери**

Инфекционные и паразитарные болезни матери (F4)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1205	56600	<b>0,02129</b>	0,02010	0,02248
	Да	74	742	<b>0,09973</b>	0,07817	0,12129
Нет	Нет	55395	56600	0,97871	0,97752	0,97990
	Да	668	742	<u>0,90027</u>	0,87871	0,92183

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 4,68 раза при инфекционных и паразитарных болезнях матери.

Таблица 13

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от гипертензии кардиоваскулярной**

Гипертензия кардиоваскулярная (F5)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1926	56600	0,03403	0,03253	0,03552
	Да	32	742	0,04313	0,02851	0,05774
Нет	Нет	54674	56600	0,96597	0,96448	0,96747
	Да	710	742	0,95687	0,94226	0,97149

Достоверных различий в перинатальной смертности по кардиоваскулярной гипертензии нет.

Таблица 14

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от гипертензии почечной**

Гипертензия почечная (F6)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	267	56600	0,00472	0,00415	0,00528
	Да	8	742	0,01078	0,00335	0,01821
Нет	Нет	56333	56600	0,99528	0,99472	0,99585
	Да	734	742	0,98922	0,98179	0,99665

Достоверных различий в перинатальной смертности по гипертензии почечной нет.

Таблица 15

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от вызванной беременностью гипертензией

Вызванная беременностью гипертензия (F7)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	5014	56600	<b>0,08859</b>	0,08625	0,09093
	Да	87	742	<b>0,11725</b>	0,09410	0,14040
Нет	Нет	51586	56600	<u>0,91141</u>	0,90907	0,91375
	Да	655	742	<u>0,88275</u>	0,85960	0,90590

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 1,32 раза при гипертензии, вызванной беременностью.

Таблица 16

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от сахарного диабета

Сахарный диабет (F8)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	193	56600	<b>0,00341</b>	0,00293	0,00389
	Да	13	742	<b>0,01752</b>	0,00808	0,02696
Нет	Нет	56407	56600	<u>0,99659</u>	0,99611	0,99707
	Да	729	742	<u>0,98248</u>	0,97304	0,99192

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 5,14 раза при сахарном диабете.

Таблица 17

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от болезней почек

Болезни почек (F9)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	6145	56600	<b>0,10857</b>	0,10601	0,11113
	Да	102	742	<b>0,13747</b>	0,11269	0,16224
Нет	Нет	50455	56600	<u>0,89143</u>	0,88887	0,89399
	Да	640	742	<u>0,86253</u>	0,83776	0,88731

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 1,27 раза при болезнях почек.

Таблица 18

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от многоводия

Гидрамнион (многоводие) (F10)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	3411	56600	<b>0,06027</b>	0,05830	0,06223
	Да	87	742	<b>0,11725</b>	0,09410	0,14040
Нет	Нет	53189	56600	<u>0,93973</u>	0,93777	0,94170
	Да	655	742	<u>0,88275</u>	0,85960	0,90590

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 1,95 раза для случаев многоводия.

Таблица 19

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от олигогидрамниона

Олигогидрамнион (F11)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1535	56600	0,02712	0,02578	0,02846
	Да	21	742	0,02830	0,01637	0,04023
Нет	Нет	55065	56600	0,97288	0,97154	0,97422
	Да	721	742	0,97170	0,95977	0,98363

Достоверных различий в перинатальной смертности по олигогидрамниону нет.

Таблица 20

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от эклампсии

Эклампсия (F12)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	77	56600	<b>0,00136</b>	0,00106	0,00166
	Да	8	742	<b>0,01078</b>	0,00335	0,01821
Нет	Нет	56523	56600	<u>0,99864</u>	0,99834	0,99894
	Да	734	742	<u>0,98922</u>	0,98179	0,99665

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 7,93 раза для случаев эклампсии.

Таблица 21

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от кровотечений в ранние сроки беременности

Кровотечение в ранние сроки беременности (F13)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	108	56600	<b>0,00191</b>	0,00155	0,00227
	Да	17	742	<b>0,02291</b>	0,01215	0,03368
Нет	Нет	56492	56600	<u>0,99809</u>	0,99773	0,99845
	Да	725	742	<u>0,97709</u>	0,96632	0,98785

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 11,99 раза для случаев кровотечений в ранние сроки беременности.

Таблица 22

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от инфекции мочеполовых путей

Инфекция мочеполовых путей (F14)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	3868	56600	<b>0,06834</b>	0,06626	0,07042
	Да	83	742	<b>0,11186</b>	0,08918	0,13454
Нет	Нет	52732	56600	<u>0,93166</u>	0,92958	0,93374
	Да	659	742	<u>0,88814</u>	0,86546	0,91082

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 1,64 раза для случаев инфекции мочеполовых путей.

Таблица 23

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от недостаточности питания при беременности

Недостаточность питания при беременности (F15)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	483	56600	<b>0,00853</b>	0,00778	0,00929
	Да	16	742	<b>0,02156</b>	0,01111	0,03201
Нет	Нет	56117	56600	<u>0,99147</u>	0,99071	0,99222
	Да	726	742	<u>0,97844</u>	0,96799	0,98889

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 2,53 раза для случаев с недостаточностью питания при беременности.

Таблица 24

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от генитального герпеса

Генитальный герпес (F16)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	157	56600	0,00277	0,00234	0,00321
	Да	5	742	0,00674	0,00085	0,01263
Нет	Нет	56443	56600	<u>0,99723</u>	0,99679	0,99766
	Да	737	742	<u>0,99326</u>	0,98737	0,99915

Достоверных различий в перинатальной смертности по генитальному герпесу нет.

Таблица 25

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от недостаточности плаценты

Недостаточность плаценты (F17)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	8440	56600	<b>0,14912</b>	0,14618	0,15205
	Да	155	742	<b>0,20889</b>	0,17964	0,23815
Нет	Нет	48160	56600	<u>0,85088</u>	0,84795	0,85382
	Да	587	742	<u>0,79111</u>	0,76185	0,82036

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 1,40 раза для случаев с недостаточностью плаценты.

Таблица 26

Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от Rh-сенсibilизации

Rh-сенсibilизация (F18)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1465	56600	0,02588	0,02458	0,02719
	Да	14	742	0,01887	0,00908	0,02866
Нет	Нет	55135	56600	<u>0,97412</u>	0,97281	0,97542
	Да	728	742	<u>0,98113</u>	0,97134	0,99092

Достоверных различий в перинатальной смертности по Rh-сенсibilизации нет.

Таблица 27

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от размера плода**

Крупный плод (F19)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	3427	56600	0,06055	0,05858	0,06251
	Да	22	742	0,02965	0,01744	0,04185
Нет	Нет	53173	56600	<b>0,93945</b>	0,93749	0,94142
	Да	720	742	<b>0,97035</b>	0,95815	0,98256

Частота случаев перинатальной смерти достоверно ниже в 2,04 раза при крупном плоде.

Таблица 28

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от гипотрофии плода**

Гипотрофия плода (F20)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	3750	56600	0,06625	0,06421	0,06830
	Да	113	742	<b>0,15229</b>	0,12644	0,17814
Нет	Нет	52850	56600	0,93375	0,93170	0,93579
	Да	629	742	0,84771	0,82186	0,87356

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 2,30 раза при гипертрофии плода.

Таблица 29

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от уровня подготовленности учреждения здравоохранения**

Уровень подготовленности учреждения (PF <sub>i</sub> )	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 Высокий уровень подготовленности	Нет	31997	56600	0,56532	0,56123	0,56940
	Да	323	742	0,43531	0,39964	0,47098
2 Средний уровень подготовленности	Нет	20706	56600	0,36583	0,36186	0,36980
	Да	235	742	0,31671	0,28324	0,35018
3 Низкий уровень подготовленности	Нет	3453	56600	0,06101	0,05904	0,06298
	Да	55	742	0,07412	0,05527	0,09297
4 Другое	Нет	444	56600	<b>0,00784</b>	0,00712	0,00857
	Да	129	742	<b>0,17385</b>	0,14659	0,20112

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

- а) выше в 22,17 раза для родов вне специализированных учреждений здравоохранения;
- б) ниже в 1,30 раза для учреждений с высоким уровнем подготовленности и в 1,16 раза для учреждений со средним уровнем подготовленности.

Таблица 30

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от гипертермии во время родов**

Гипертермия во время родов (OF1)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	5386	56600	0,09516	0,09274	0,09758
	Да	10	742	0,01348	0,00518	0,02177
Нет	Нет	51214	56600	<b>0,90484</b>	0,90242	0,90726
	Да	732	742	<b>0,98652</b>	0,97823	0,99482

Расчет показывает, что гипертермия во время родов не сказывается на перинатальной смерти (частота случаев смерти достоверно ниже в 7,06 раза).

Таблица 31

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от предлежания плаценты**

Предлежание плаценты (OF2)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	106	56600	0,00187	0,00152	0,00223
	Да	16	742	<b>0,02156</b>	0,01111	0,03201
Нет	Нет	56494	56600	0,99813	0,99777	0,99848
	Да	726	742	0,97844	0,96799	0,98889

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 11,53 раза выше в случаях предлежания плаценты.

Таблица 32

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от преждевременной отслойки плаценты**

Преждевременная отслойка плаценты (OF3)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	304	56600	<b>0,00537</b>	0,00477	0,00597
	Да	74	742	<b>0,09973</b>	0,07817	0,12129
Нет	Нет	56296	56600	<u>0,99463</u>	0,99403	0,99523
	Да	668	742	<u>0,90027</u>	0,87871	0,92183

Частота перинатальной смерти достоверно выше в 18,57 раза в случаях преждевременной отслойки плаценты.

Таблица 33

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от неудачной попытки стимуляции родов**

Неудачная попытка стимуляции родов (OF4)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	414	56600	0,00731	0,00661	0,00802
	Да	9	742	0,01213	0,00425	0,02001
Нет	Нет	56186	56600	0,99269	0,99198	0,99339
	Да	733	742	0,98787	0,97999	0,99575

Достоверных различий в перинатальной смертности по неудачным попыткам стимуляции родов нет.

Таблица 34

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от стремительности родов**

Стремительные роды (OF5)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	870	56600	<b>0,01537</b>	0,01436	0,01638
	Да	43	742	<b>0,05795</b>	0,04114	0,07476
Нет	Нет	55730	56600	<u>0,98463</u>	0,98362	0,98564
	Да	699	742	<u>0,94205</u>	0,92524	0,95886

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 3,63 раза при стремительных родах.

Таблица 35

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от неправильного положения или предлежания плода**

Неправильное положение или предлежание плода (OF6)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1591	56600	<b>0,02811</b>	0,02675	0,02947
	Да	46	742	<b>0,06199</b>	0,04464	0,07935
Нет	Нет	55009	56600	<u>0,97189</u>	0,97053	0,97325
	Да	696	742	<u>0,93801</u>	0,92065	0,95536

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 2,21 раза при неправильном положении или предлежании плода.

Таблица 36

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от кровотечения во время родов**

Кровотечение во время родов (OF7)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	604	56600	<b>0,01067</b>	0,00982	0,01152
	Да	31	742	<b>0,04178</b>	0,02738	0,05618
Нет	Нет	55996	56600	<u>0,98933</u>	0,98848	0,99018
	Да	711	742	<u>0,95822</u>	0,94382	0,97262

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 3,92 раза при кровотечениях во время родов.

Таблица 37

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от стресса (дистресса) плода**

Стресс плода (дистресс), OF8	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	1457	56600	<b>0,02574</b>	0,02444	0,02705
	Да	107	742	<b>0,14420</b>	0,11893	0,16948
Нет	Нет	55143	56600	<u>0,97426</u>	0,97295	0,97556
	Да	635	742	<u>0,85580</u>	0,83052	0,88107

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 5,60 раза при стрессе (дистрессе) плода.

Таблица 38

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от патологического состояния пуповины**

Патологическое состояние пуповины (OF9)	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
Да	Нет	933	56600	<b>0,01648</b>	0,01544	0,01753
	Да	46	742	<b>0,06199</b>	0,04464	0,07935
Нет	Нет	55667	56600	<u>0,98352</u>	0,98247	0,98456
	Да	696	742	<u>0,93801</u>	0,92065	0,95536

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 3,76 раза при патологическом состоянии пуповины.

Таблица 39

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от сочетанного влияния инфекции мочеполовых путей и гипотрофии**

Инфекция мочеполовых путей (F14) и гипотрофия (F20), SF <sub>i</sub>	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 [F14=1] & [F20=1]	Нет	204	56600	<b>0,00360</b>	0,00311	0,00410
	Да	17	742	<b>0,02291</b>	0,01215	0,03368
2 [F14=1] & [F20=0]	Нет	3664	56600	<b>0,06473</b>	0,06271	0,06676
	Да	66	742	<b>0,08895</b>	0,06847	0,10943
3 [F14=0] & [F20=1]	Нет	3546	56600	<b>0,06265</b>	0,06065	0,06465
	Да	96	742	<b>0,12938</b>	0,10523	0,15353
4 [F14=0] & [F20=0]	Нет	49186	56600	<u>0,86901</u>	0,86623	0,87179
	Да	563	742	<u>0,75876</u>	0,72798	0,78954

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

а) выше в 6,36 раза при сочетанных инфекции мочеполовых путей и гипотрофии, в 1,37 раза при инфекции мочеполовых путей и при отсутствии гипотрофии, в 2,07 раза при отсутствии инфекции мочеполовых путей и при наличии гипотрофии;

б) ниже в 1,15 раза при отсутствии инфекции мочеполовых путей и при отсутствии гипотрофии.

Таблица 40

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от сочетанного влияния недостаточности плаценты и гипотрофии**

Недостаточность плаценты (F17) и гипотрофия (F20), GF <sub>i</sub>	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 [F17=1] & [F20=1]	Нет	1253	56600	<b>0,02214</b>	0,02093	0,02335
	Да	58	742	<b>0,07817</b>	0,05885	0,09748
2 [F17=1] & [F20=0]	Нет	7187	56600	0,12698	0,12424	0,12972
	Да	97	742	0,13073	0,10647	0,15498
3 [F17=0] & [F20=1]	Нет	2497	56600	<b>0,04412</b>	0,04242	0,04581
	Да	55	742	<b>0,07412</b>	0,05527	0,09297
4 [F17=0] & [F20=0]	Нет	45663	56600	<u>0,80677</u>	0,80351	0,81002
	Да	532	742	<u>0,71698</u>	0,68457	0,74939

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

а) выше в 3,53 раза при сочетанной недостаточности плаценты и гипотрофии, в 1,68 раза при отсутствии недостаточности плаценты и при наличии гипотрофии;

б) ниже в 1,13 раза при отсутствии недостаточности плаценты и при отсутствии гипотрофии.

Таблица 41

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от сочетанного влияния недостаточности питания при беременности и гипотрофии**

Недостаточность питания при беременности (F15) и гипотрофия (F20), NF <sub>i</sub>	Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1 [F15=1] & [F20=1]	Нет	87	56600	<b>0,00154</b>	0,00121	0,00186
	Да	8	742	<b>0,01078</b>	0,00335	0,01821
2 [F15=1] & [F20=0]	Нет	396	56600	0,00700	0,00631	0,00768
	Да	8	742	0,01078	0,00335	0,01821
3 [F15=0] & [F20=1]	Нет	3663	56600	<b>0,06472</b>	0,06269	0,06674
	Да	105	742	<b>0,14151</b>	0,11643	0,16659
4 [F15=0] & [F20=0]	Нет	52454	56600	<u>0,92675</u>	0,92460	0,92890
	Да	621	742	<u>0,83693</u>	0,81035	0,86351

Частота случаев перинатальной смерти достоверно:

а) выше в 7,00 раза при сочетанной недостаточности питания при беременности и гипотрофии, в 2,19 раза при отсутствии недостаточности питания при беременности и при наличии гипотрофии;

б) ниже в 1,11 раза при отсутствии недостаточности питания при беременности и при отсутствии гипотрофии.

Таблица 42

**Результаты расчета частот случаев перинатальной смерти в зависимости от сочетанного влияния болезней почек и инфекции мочеполовых путей**

Болезни почек (F9) и инфекция мочеполовых путей (F14), MF <sub>i</sub>		Смертность	Случаев	Всего	Частота	Верхняя граница	Нижняя граница
1	[F9=1] & [F14=1]	Нет	525	56600	<b>0,00928</b>	0,00849	0,01007
		Да	25	742	<b>0,03369</b>	0,02071	0,04668
2	[F9=1] & [F14=0]	Нет	5620	56600	0,09929	0,09683	0,10176
		Да	77	742	0,10377	0,08183	0,12572
3	[F9=0] & [F14=1]	Нет	3343	56600	0,05906	0,05712	0,06101
		Да	58	742	0,07817	0,05885	0,09748
4	[F9=0] & [F14=0]	Нет	47112	56600	<u>0,83237</u>	0,82929	0,83544
		Да	582	742	<u>0,78437</u>	0,75477	0,81396

Частота случаев перинатальной смерти достоверно выше в 3,63 раза при сочетанных болезни почек и инфекции мочеполовых путей и ниже в 1,06 раза при отсутствии болезни почек и инфекции мочеполовых путей.

**Примечания:**

1. Достоверное превышение частоты показано в таблицах жирным шрифтом.
2. Достоверное понижение частоты показано в таблицах подчеркиванием.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гасников В.К. Основы научного управления и информатизации в здравоохранении. Учебное пособие/ Под ред. Савельева В.Н., Мартыненко В.Ф. - Ижевск: «Вектор», 1997.
2. Хромушин В. А., Черешнев А. В., Честнова Т. В. Информатизация здравоохранения. Учебное пособие.- Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. - 207 с.
3. Теория статистики: Учебник / Под ред. проф. Г.Л.Громыко.- М.: ИНФРА-М, 2000. - 414 с.
4. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ. Учебное пособие. Изд-е 2-е переработанное и дополненное. - М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998.- 264 с.
5. Ефимова М.Р., Петрова Е.В., Румянцев В.Н. Общая теория статистики. Учебник.- М.: ИНФРА-М, 1998.- 416 с.
6. Бучель В.Ф., Вайсман Д.Ш., Хромушин В.А., Черешнев А.В., Честнова Т.В. Оценка динамики медицинских статистических показателей. Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий, 2007.- N1.- С.163-165.
7. Щеглов В. Н. Алгебраические модели конструктивной логики для управления и оптимизации химико-технологических систем // Автореферат кандидата технических наук.-Л.: Технологический институт им. Ленсовета.- 1983.- 20 с.
8. Щеглов В.Н., Хромушин В.А. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики// Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий.- 1999.- N 2.- С.131 - 132.
9. Хромушин В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах // Автореф. дис. доктора биол. наук.- Тула: ТулГУ, 2006.- 44 с.
10. Поспелов Д.А. Логические методы анализа и синтеза схем. Изд. 2-е, переработ. и доп., М., «Энергия», 1968.- 228 с.
11. Ромодановский П.О., Баринев Е.Х., Чернявская З.П., Гридасов Е.В., Хромушин В.А. Судебно-медицинская документация. Учебное пособие.- Тула: Изд-во «Тульский полиграфист», 2010.- 140 с.
12. Вайсман Д.Ш., Погорелова Э.И., Хромушин В.А. О создании автоматизированной комплексной системы сбора, обработки и анализа информации о рождаемости и смертности в Тульской области// Вестник новых медицинских технологий.- Тула, 2001.- N 4.- С.80-81.
13. Стародубов В.И., Погорелова Э.И., Секриеру Е.М., Цыбульская И.С., Нотсон Ф.К. (США), Хромушин В.А., Вайсман Д.А., Шибков Н.А., Соломонов А.Д. Заключительный научный доклад "Усовершенствование сбора и использования статистических данных о смертности населения в Российской Федерации (Международный исследовательский проект ZAD913)"- Москва: ЦНИИ организации и информатизации МЗ РФ, 2002.- 59 с.
14. Погорелова Э.И., Секриеру Е.М., Стародубов В.И., Мелехина Л.Е., Нотсон Ф.К., Хромушин В.А., Вайсман Д.Ш., Мельников В.А., Дегтерева М.И., Одинцова И.А., Корчагин Е.Е., Виноградов К.А. Заключительный научный доклад "Разработка системы мероприятий для совершенствования использования статистических данных о смертности населения Российской Федерации" (Международный исследовательский проект 1АХ202)"- Москва: ЦНИИ организации и информатизации МЗ РФ, 2003.- 34 с.
15. Погорелова Э. И. Научное обоснование системы мероприятий повышения достоверности статистики смертности населения // Автореферат кандидата медицинских наук.- М.: ЦНИИ организации и информатизации Министерства здравоохранения РФ.- 2004.- 24 с.
16. Хромушин В. А., Вайсман Д. Ш. Мониторинг смертности с международной сопоставимостью данных// В сборнике тезисов докладов научно-практической конференции "Современные инфокоммуникационные технологии в системе охраны здоровья".- 2003.- С.122.
17. Хромушин В.А., Никитин С.В., Вайсман Д.Ш., Погорелова Э.И., Секриеру Е.М. Повышение достоверности кодирования внешних причин смерти// Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий, 2006.- N 1.- Т.ХIII.- С.147-148.
18. Хромушин В.А., Погорелова Э.И., Секриеру Е.М. Возможности дополнительного повышения достоверности данных по смертности населения// Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий, 2005.- N 2.- Т.ХII.- С.95-96.
19. Вайсман Д.Ш. Научное обоснование разработки и внедрения автоматизированной системы регистрации смертности (на примере Тульской области) // Автореферат кандидата медицинских наук – М.: ЦНИИ организации и информатизации Министерства здравоохранения и социального развития РФ, 2005.- 26 с.
20. 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.- N 4.- С.38-40.
21. 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. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра.- Обнинск: НПК "Мединфо", 2002.- N 13.- С.56-59.
22. Адаменко А.Н., Кучуков А.М. Логическое программирование и Visual Prolog.- СПбю: БХВ-Петербург, 2003.- 992с.
23. Мощенский В.А. Лекции по математической логике.- Минск, Изд-во Белорусского университе-

- та, 1973.- 160 с.
24. Хромушин В. А. Алгебраическая модель количественной оценки влияния значений переменных на результат//Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий.- 2003.- N 4, т.Х.- С.68-70.
  25. Хромушин В.А. Методология обработки информации медицинских регистров.- Тула: ТГУ, 2005.- 120 с.
  26. Хадарцев А.А., Яшин А.А., Еськов В.М., Агарков Н.М., Кобринский Б.А., Фролов М.В., Чухраев А.М., Хромушин В.А., Гондарев С.Н., Каменев Л.И., Валентинов Б.Г., Агаркова Д.И. Информационные технологии в медицине. Монография.- Тула: ТулГУ, 2006.- 272 с.
  27. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий. – 2009.
  28. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Использование алгебраической модели конструктивной логики при построении экспертных систем // Вестник новых медицинских технологий. – 2009.
  29. Мартыненко П.Г. Комплексный анализ причин и факторов риска перинатальной смертности в Тульской области и мероприятия по ее профилактике//Автореферат на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.- Москва.- 2004.- 24 с.

**Хромушин Виктор Александрович**  
**Хадарцев Александр Агубечирович**  
**Бучель Виктор Федосеевич**  
**Хромушин Олег Викторович**

# **АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ**

**Учебное пособие**

Компьютерная верстка: Хромушин О. В.

ЛР N 040905 от 22 июля 1998 г.  
Формат бумаги 60x84/16. Бумага офс.  
Усл. печ. л. 6,95. Уч.-изд. л. 6,9.

ПД N 00188 от 3 декабря 1999 г.  
Гарнитура «Arial». Печать риз.  
Тираж 500 экз. Заказ N 1104.

Отпечатано в ОАО «Тульский полиграфист». 300600, г.Тула, ул. Каминского, 33.