

**Владимир
ПАРОНДЖАНОВ**

ПОЧЕМУ ВРАЧИ УБИВАЮТ И КАЛЕЧАТ ПАЦИЕНТОВ

или

ЗАЧЕМ ВРАЧУ БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМОВ?

Новая система тщательно разработанных графических схем поможет вам научиться писать, читать и понимать медицинские алгоритмы при профилактике, диагностике, лечении, экстренной помощи, реанимации, реабилитации, прогнозе

АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ



Москва
2017

УДК 616: 004.438ДРАКОН
ББК 53с
П18

Паронджанов В. Д.

П18 Почему врачи убивают и калечат пациентов, или Зачем врачу блок-схемы алгоритмов? Иллюстрированные алгоритмы диагностики и лечения – перспективный путь развития медицины. Клиническое мышление высокой точности и безопасность пациентов. / Предисловие члена-корр. РАН Г. В. Порядина – М.: ДМК Пресс, 2017. – 340 с. – Иллюстраций: 130

ISBN 978-5-97060-422-9

Доходчивые и привлекательные блок-схемы Дракона облегчают жизнь врачей и повышают безопасность пациентов. Благодаря Дракону сложные и разветвленные алгоритмы профилактики, диагностики, лечения, скорой помощи становятся ясными и понятными. Посмотрел – и сразу понял! Блок-схемы Дракона – наглядная опора клинического мышления высокой точности и золотой стандарт качества. Новые идеи и достижения помогают легко и быстро освоить иллюстрированные алгоритмы высокой точности. Книга учит врачей мыслить без ошибок, действовать без промаха, принимать обоснованные и наиболее экономичные решения.

Ведется наглядное обучение на примерах. Читатель быстро привыкает к самостоятельному осмысленному составлению иллюстрированных медицинских алгоритмов. Великолепные рисунки позволяют мгновенно понять суть дела.

Для студентов-медиков, врачей и фармацевтов, клинических ординаторов и аспирантов, организаторов и руководителей здравоохранения, главных врачей и ректоров медвузов.

УДК 616: 004.438ДРАКОН
ББК 53с

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-97060-422-9

© Паронджанов В. Д., 2017
© Оформление, издание ДМК Пресс, 2017

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление	5
Предисловие. Перспективы развития медицины и медицинского образования	16
Введение. Алгоритмы – это совсем не больно!	21
Часть I. Как обеспечить безопасность пациентов? Важная роль медицинских алгоритмов	31
Глава 1. Ошибки врачей. Могут ли алгоритмы спасти положение?	32
Глава 2. Почему медицина убивает и калечит пациентов?	45
Глава 3. Ахиллесова пята медицины и проблема неопределенности	56
Глава 4. Алгоритмы Гиппократа	66
Часть II. Знакомьтесь – медицинский язык ДРАКОН	95
Глава 5. Прыжок ДРАКОНА: из космоса в больничный коридор.....	96
Глава 6. Справочник: графические фигуры языка ДРАКОН	101
Глава 7. Простые медицинские алгоритмы. Правила и примеры.....	106
Глава 8. Логика в медицине и невидимая математика.....	122
Глава 9. Повторение медицинских действий, или цикл	152
Глава 10. Совместная работа врачей.....	158
Глава 11. Новый силуэт медицинского алгоритма	165

Глава 12. Сложные медицинские алгоритмы. Силуэт. Правила и примеры	177
Глава 13. Картографический принцип медицинского алгоритма (принцип красоты)	190
Глава 14. Алгоритм «Реанимация беременной женщины».....	199
Глава 15. Медицинская алгоритмическая система	219
Глава 16. Какая польза от языка ДРАКОН для врачей?	237
Глава 17. ДРАКОН-конструктор. Как складывать алгоритм из кубиков?	247
Часть III. Перспективы алгоритмической медицины.....	269
Глава 18. Клиническое мышление должно опираться на медицинский алгоритмический язык.....	270
Глава 19. Медицинский язык на скамье подсудимых	281
Глава 20. Алгоритмическая медицина и реформа системы медицинского образования	289
Глава 21. Блеск и нищета медицины: современная практика человеческих жертвоприношений	298
Заключение. Какой будет медицина будущего.....	307
Послесловие. Отзывы врачей Литовской республики	312
Список литературы	318
Благодарности	335
Предметный указатель.....	337

ОГЛАВЛЕНИЕ

Краткое содержание	3
Оглавление	5
Предисловие. Перспективы развития медицины и медицинского образования	16
Введение. Алгоритмы – это совсем не больно!	21
Что мы знаем об алгоритмах	21
В чем проблема.....	21
Легкие для понимания и удобные для работы.....	22
Безопасность пациентов	22
Пробел в докладах Института медицины.....	23
Многоголовая гидра	24
Алгоритмы – новый способ изложения медицинских знаний.....	24
Сверхзадача	26
Принцип «невидимой» математики	26
Лейтмотив книги	26
Алгоритмическая медицина	27
«Улица корчится безъязыкая – ей нечем кричать и разговаривать!»	27
Помощь уже в пути. Медицинский ДРАКОН	28
Игра в детские кубики и Конструктор алгоритмов.....	28
В добрый путь с ДРАКОНОм в рюкзаке!	28
Медицинские бизнес-процессы	29
Структура книги	29
Часть I. Как обеспечить безопасность пациентов? Важная роль медицинских алгоритмов	31
Глава 1. Ошибки врачей. Могут ли алгоритмы спасти положение?	32
Зачем нужна эта книга.....	32

Врачебный язык приносит беду	33
Что предлагается	33
Фальшиво и неудачно.....	34
Что такое медицинские алгоритмы.....	34
А чем мы хуже.....	36
Вольница кончилась.....	36
Что лучше: текст или графика	36
Конфликт мировоззрений.....	37
Сами с усами	37
Кость в горле	37
Чудо в перьях.....	38
Гора родила мышь.....	38
Россия нам поможет.....	38
Между Сциллой и Харибдой: зачем врачу алгоритмический язык?.....	39
Медицинские алгоритмы высокой точности.....	39
Что такое шаг алгоритма.....	40
Что такое медицинское решение	40
Повторенье мать ученья. Тезисы для запоминания	41
Выводы.....	43

Глава 2. Почему медицина убивает и калечит пациентов? ..45

Что такое медицинская ошибка	45
Не лгать, не изворачиваться... ..	45
Сломанные судьбы и загубленные души. Золотой фонд медицины	46
Сенсационный доклад: сколько людей безвинно гибнет в больницах США?.....	47
Больница в 10 000 раз страшнее авиакатастрофы	47
Распространение идеи	48
Ошибки мышления врачей. Медицинский язык как источник неприятностей.....	48
Чрезмерная сложность мышления.....	48
Ошибочный диагноз.....	49
Интеллектуальная перегрузка врачей. Допустима ли она?	50
Почему исказили клятву Гиппократов	50
Наука о человеческих ошибках	50
Путешествие в шапке-невидимке. Эссе об эргономике	51
Не заставляйте меня думать!.....	53
Как улучшить работу ума врачей	53
Эргономика + алгоритмы: Выстрел дуплетом	54
Выводы.....	55

Глава 3. Ахиллесова пята медицины и проблема неопределенности56

Не читайте эту главу!.....	56
----------------------------	----

На свой страх и риск	56
Смена эпох в медицине	57
Противоречие между врачами и математиками. Подделка под алгоритм	57
Неудачное и неприемлемое использование термина «алгоритм» в медицине	58
Пропась между настоящим и медицинским алгоритмом	59
Можно ли исправить положение и увеличить точность медицинских алгоритмов?	59
Необходимо использовать правильную терминологию	60
Что такое «определенность» алгоритма	60
Два поучительных примера	61
Что это означает применительно к медицине	61
Ахиллесова пята медицины	62
Сцилла и медицинское образование	63
Требования к языку	63
Медицинский алгоритм как фундаментальное понятие	64
Выводы	65

Глава 4. Алгоритмы Гиппократы 66

Введение	66
Существовали ли во времена Гиппократы медицинские алгоритмы?	66
Как перевести алгоритм Гиппократы в графическую форму	67
Правильные термины	69
Икона «Вопрос»	69
Медицинское решение и икона «Вопрос»	70
Решение и условие. Чем они отличаются?	71
Как преобразовать условия Гиппократы в алгоритм	72
Как преобразовать действия Гиппократы в алгоритм	73
Как преобразовать время в алгоритм	73
Как преобразовать «жалобы пациентки» у Гиппократы в алгоритм	74
Развилки в алгоритме Гиппократы	74
Маршруты в алгоритме Гиппократы	74
Анализ каждого маршрута	75
Возражения мудрого скептика	76
Преимущества графического алгоритма	77
Сложные условия у Гиппократы	78
Принцип «Разрежь великана»	78
Сложное условие в иконе «Вопрос»	79
Общеизвестные сведения из алгебры логики (<i>пропустите этот параграф</i>)	80
В белом плаще с кровавым подбоем... Понтий Пилат и истина	81
Логическая формула Гиппократы	81
Невидимая математика творит чудеса	82

Система медицинского образования как первоисточник врачебных ошибок.....	83
Грамматико-стилистические средства	83
Чрезмерная длина предложений у Гиппократов	84
Вредные рекорды.....	86
Драматическое противоречие между медициной и лингвистикой....	87
Что такое слитное письмо, или как писали древние греки.....	88
Голос древней истории.....	90
Ян Коменский возражает Гиппократу	91
Критика медицинского образования.....	91
Метафора Яна Коменского и медицинское образование	92
Два важных недостатка	92
Выводы.....	93

Часть II. Знакомьтесь – медицинский язык ДРАКОН95

Глава 5. Прыжок ДРАКОНА: из космоса в больничный коридор96

Космическая одиссея	96
Удивительное и неожиданное проникновение в медицину	97
Гуманитарные требования к языку ДРАКОН	98
Язык ДРАКОН. Медицинский вариант	98
Удобные графические инструкции для врачей	99
Что думает врач о медицинском ДРАКОНе.....	99
Выводы.....	99

Глава 6. Справочник: графические фигуры языка ДРАКОН 101

Зачем нужен справочник	101
Иконы медицинского языка ДРАКОН.....	101
Макроиконы медицинского языка ДРАКОН	101
Валентные точки	104
Маркеры медицинского языка ДРАКОН	104
Два языка.....	104
Выводы.....	105

Глава 7. Простые медицинские алгоритмы. Правила и примеры 106

Пример медицинского алгоритма	106
Икона «Вставка».....	107
Что такое маршрут	108
Что лучше: порядок или путаница?	108
Время течет сверху вниз	109
Главный маршрут и шампур.....	109
Правило главного маршрута	110

Испорченный главный маршрут.....	111
Врач обязан знать все маршруты алгоритма	111
Развертка алгоритма	112
Алгоритм упорядочен по горизонтали.....	113
Правило боковых маршрутов.....	114
Картографический принцип языка ДРАКОН	114
Что такое Переключатель.....	115
Переключатель для выбора медицинского инструмента.....	117
Переключатель и тяжесть заболевания.....	117
Переключатель и пораженные органы.....	118
Два Переключателя в одном алгоритме	119
Макроикона Переключатель.....	120
Что мы узнали в этой главе.....	120
Выводы.....	121

Глава 8. Логика в медицине и невидимая математика 122

Как превратить медицинский текст в алгоритм? Надо убрать все лишнее.....	122
Как превратить алгоритмический текст в дракон-алгоритм.....	123
В ДРАКОНе запрещены сложные условия. Что будем делать?.....	123
Как выявить логические принципы. Обсуждение методики.....	124
Пример 2. Как превратить медицинский текст в эргономичный алгоритм	125
Пример 3. Как превратить сложный медицинский текст в алгоритм.....	126
Как помочь студентам изучать медицину.....	128
Критика и исправление блок-схемы алгоритма	129
Продолжение критики.....	130
Негативные и позитивные вопросы.....	131
Логическая схема «ИЛИ»	132
Логическая схема «ИЛИ» с тремя условиями.....	134
Схема «ИЛИ» для позитивных и негативных вопросов.....	135
Логическая схема «И» с двумя условиями	136
Логическая схема «И». Медицинский пример	137
Логическая схема «И» с тремя условиями.....	139
Схема «И» для позитивных и негативных вопросов	140
Мнемоническое правило	140
Невидимая математика. Схема «ИЛИ» и закон де Моргана.....	141
Схема «И» и второй закон де Моргана.....	143
Логическое отрицание	144
Рокировка.....	144
Пример рокировки.....	145
Зачем нужна рокировка	146
Рокировка может улучшить эргономичность алгоритмов	147
Попутный совет разработчику медицинских алгоритмов.....	150
Выводы	151

Глава 9. Повторение медицинских действий, или цикл .. 152

Что такое цикл.....	152
Рассказ о Змее Горыныче.....	152
Условие продолжения и окончания цикла.....	156
Как изобразить повторение действий в медицине	156
Выводы.....	157

Глава 10. Совместная работа врачей 158

Работа группы врачей.....	158
Совместная работа бригады скорой помощи	158
Правила нумерации специалистов.....	159
Двухпоточный участок.....	160
Совместная работа при отсасывании мекония из трахеи новорожденного.....	161
Икона «Время».....	163
Выводы.....	164

Глава 11. Новый силуэт медицинского алгоритма 165

Примитив и силуэт	165
Принципиальный недостаток примитива	165
Что такое силуэт	167
Ветка	167
Шпиргалка	169
Как читать силуэт.....	169
Шапка	169
Три царских вопроса.....	170
Как бегунок движется по силуэту	170
В чем секрет иконы «Адрес»	171
Вход и выходы ветки.....	173
Правило одного конца	173
Как следует располагать ветки на чертеже.....	174
Что мы узнали в этой главе	174
Выводы.....	175

Глава 12. Сложные медицинские алгоритмы. Силуэт.**Правила и примеры 177**

Медицинские примеры	177
Алгоритм силуэт «Снятие шлема с мотоциклиста».....	177
Как читать алгоритм силуэт	178
Разделяй и властвуй. Ветки облегчают понимание	178
Алгоритм-силуэт «Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью»	179
Царские вопросы	182
Шапка приковывает к себе внимание	182
Читаем первую ветку	182

Читаем вторую ветку.....	183
Читаем третью ветку.....	183
Другой способ описания силуэта.....	184
Контрольное время процедуры.....	184
Маршруты ветки.....	185
Свойства ветки.....	186
Что будет, если убрать обрамление.....	187
Выводы.....	189

Глава 13. Картографический принцип медицинского алгоритма (принцип красоты)..... 190

Что думают ученые о красоте. Красота как эргономичность.....	190
Красота алгоритмов.....	191
Картографический принцип силуэта.....	192
Можно ли навести порядок в медицинских алгоритмах.....	193
Красивое и уродливое.....	195
Что лучше: блок-схема или дракон-схема?.....	195
Дракон-схема – это красивая, правильно построенная блок-схема...	196
Рекомендации авторам медицинских учебников.....	197
Выводы.....	198

Глава 14. Алгоритм «Реанимация беременной женщины»..... 199

Новые возможности.....	199
Многоадресный силуэт «Реанимация беременной женщины».....	199
Важные вещи нужно выделять. Как это сделать?.....	200
Средства управления восприятием.....	200
Где начало, где конец.....	201
Шапка для алгоритма реанимации.....	204
Изучаем ветку «Пояснение к алгоритму».....	205
Изучаем ветку «Оценка состояния беременной».....	206
Икона «Время».....	207
Лишнюю икону следует удалить.....	207
Как исправить ошибку.....	208
Изучаем ветку «Лечение остановки дыхания».....	210
Веточный цикл.....	210
Изучаем ветку «Начальная реанимация 30:2».....	212
Главный маршрут силуэта и правило везения.....	212
Неясность необходимо устранить.....	213
Алгоритм высокой точности и новая культура клинического мышления.....	214
Свертка информации или высокая точность?.....	215
Эргономичный алгоритм.....	215
Книжный разворот.....	216
Выводы.....	217

Глава 15. Медицинская алгоритмическая система.....219

От одиночных алгоритмов – к системе алгоритмов	219
Пример	219
Второй пример	220
Третий пример	220
Скорая медицинская помощь и большие алгоритмы	221
Алгоритмическая система	221
Иерархическая система алгоритмов	222
Разделяй и властвуй!	223
Возражения скептиков	223
Эссе 1. Алло! Говорит профессор Тавровский	224
Комментарий 1	224
Эссе 2. Многое устарело, но остались методика и принципы	224
Комментарий 2	225
Эссе 3. Как расписать наперёд действия врача во всех возможных ситуациях (на примере алгоритма «Сердце, сосуды»)	225
Комментарий 3	225
Эссе 4. Жив ли больной? Нужна ли реанимация?	226
Эссе 5. Что делать, если реанимация не нужна	227
Эссе 6. Шаг за шагом	227
Эссе 7. Результат может быть разным	228
Эссе 8. Как транспортировать больного	228
Эссе 9. Кого куда?	228
Эссе 10. Почему врач неизбежно огрубляет решения	229
Эссе 11. Как пользоваться алгоритмом	229
Эссе 12. Какие алгоритмы выдавались бригадам скорой помощи	230
Эссе 13. Почему все брюзжат и встречают в штыки	230
Эссе 14. Чушь ведь всё, а как звучит! Как возбуждает!	231
Эссе 15. Имея алгоритм, врачи стали действовать увереннее	231
Эссе 16. О других алгоритмах и некоторых эффектах	232
Эссе 17. Преимущества	232
Эссе 18. Алгоритмы быстро впитали коллективный врачебный опыт	232
Эссе 19. Почему нужен ноутбук	233
Эссе 20. Формализовать врачебную мысль. Сделать её чёткой, логичной, глубокой	233
Обсуждение	233
Чем отличается язык ДРАКОН от концепции Тавровского?	234
Выводы	235

Глава 16. Какая польза от языка ДРАКОН для врачей?.... 237

Как использовать на практике язык ДРАКОН	237
Альбомы-справочники	237
Глобальная электронная база данных медицинских алгоритмов	238

Международный проект «Медицинский алгоритм»	238
От Википедии к Алгопедии	239
Медицинские стандарты	240
Проблема ошибок в медицинских учебниках	241
Проблема сертификации медицинских алгоритмов	242
Перечень научных российских медицинских обществ	242
Медицинские алгоритмы. Пригодны ли они для сертификации?	243
Предполагаемая методика и процедура	244
Упрощенные варианты для учебных целей	244
Медицинские информационные и экспертные системы	245
Выводы	245

Глава 17. ДРАКОН-конструктор. Как складывать

алгоритм из кубиков? 247

Помощник врача – автоматический рисовальщик	247
Конструктор алгоритмов	247
Правила ДРАКОНа	248
Где скачать ДРАКОН-конструктор	248
Где получить интернет-консультации	248
Видео и презентации	249
Графическое меню	249
Заготовка-силуэт и заготовка-примитив	249
Сборка из кубиков	250
Задача: построить примитив по заданному образцу	251
Не царское это дело	251
Как вставить кубик	251
Пример построения дракон-схемы «Примитив»	252
Что такое лиана	257
Операция «Пересадка лианы»	257
Операция «Заземление лианы»	261
Задача: построить силуэт по заданному образцу	261
Пример построения дракон-схемы «Силуэт»	262
Формирование надписей «Да» и «Нет»	267
Чем отличается операция «Да/Нет» от рокировки?	267
Выводы	267

Часть III. Перспективы алгоритмической медицины..... 269

Глава 18. Клиническое мышление должно опираться

на медицинский алгоритмический язык..... 270

Кто хорошо диагностирует, тот хорошо лечит	270
Почему некоторые врачи не могут принять решение	271
Как развить у студентов клиническое мышление	272
Что такое клиническое мышление	272

Алгоритмы в среднем медицинском образовании.....	273
Междисциплинарный подход.....	274
Наглядная опора клинического мышления.....	274
Можно ли повысить силу клинического мышления.....	276
Нет ли здесь противоречия?.....	277
Слайд 6. Клиническое мышление: Необходимость.....	277
Слайд 7. Клиническое мышление: Определение (начало).....	277
Слайд 8. Клиническое мышление: Определение (конец).....	278
Слайд 13. Клиническое мышление: Особенности.....	278
Слайд 14. Клиническое мышление: Особенности сегодняшней ситуации.....	278
Слайд 15. Клиническое мышление: Диагностика.....	278
Слайд 25.....	279
Комментарий.....	279
Выводы.....	279

Глава 19. Медицинский язык на скамье подсудимых..... 281

Существующий медицинский язык тормозит развитие медицины.....	281
Ахиллесова пята медицины.....	281
Можно ли устранить дефекты языка.....	282
Реформа медицинского языка.....	282
Сравнение с конкурирующими предложениями.....	283
Как защитить врача от роковой ошибки.....	284
Медицинский язык опасен для пациентов.....	284
Медицинский язык как проблема.....	285
Только со смертью догмы начинается наука.....	287
Выводы.....	287

Глава 20. Алгоритмическая медицина и реформа системы медицинского образования..... 289

Высшая форма медицинского знания.....	289
Стратегическая цель – построение алгоритмической клинической медицины.....	289
Почему так медленно.....	290
Алгоритмический язык как решающая предпосылка.....	290
Медицина перед трудным выбором.....	291
В чем глубинная суть проблемы.....	291
Кто виноват.....	292
Прежние способы обучения врачей исчерпали себя.....	292
Облегчить жизнь и студентов, и врачей.....	293
Алгоритмическая медицина и доказательная медицина.....	294
Роль медицинских журналов.....	295
Русский первооткрыватель Владимир Тавровский.....	295
Две проблемы, связанные с языком.....	296
Выводы.....	297

Глава 21. Блеск и нищета медицины: современная практика человеческих жертвоприношений	298
Человеку свойственно ошибаться	298
Заключение руководства (точный перевод оригинала)	298
Executive Summary	299
Четыре доклада	300
Техническое замечание	300
Как бесплатно скачать оригиналы докладов	301
В чем заключается наша критика	301
Сказание о русском Вилли Кинге	302
В поисках аналогии у ацтеков	302
Социологическое исследование: человеческие жертвоприношения в XXI веке	304
Выводы	305
Заключение. Какой будет медицина будущего	307
Новые задачи и контуры грядущего	307
Критика традиционных подходов	308
Какие результаты получены	308
Зачем написана эта книга	309
Доступность, понятность, удобочитаемость и точность медицинских алгоритмов	309
Когнитивная эргономика	310
ДРАКОН-конструктор	311
Где скачать ДРАКОН-конструктор	311
Как связаться с автором	311
Послесловие. Отзывы врачей Литовской республики	312
Список литературы	318
Благодарности	335
Предметный указатель	337

Предисловие

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНЫ И МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В каком направлении пойдет развитие медицины? Владимир Паронджанов, автор книги, полагает, что медицина будущего превратится в царство алгоритмов и станет полностью алгоритмической.

Отмечая, что врачи и сейчас пользуются алгоритмами, он, тем не менее, оценивает общую ситуацию как неудовлетворительную. Автор книги выявляет серьезные системные дефекты в ныне существующей практике описания медицинских алгоритмов. Он подвергает жесткой критике низкое качество медицинских алгоритмов в медицинской литературе и системе медицинского образования. Алгоритмическая неряшливость и некомпетентность, невозможность обеспечить необходимую точность, неумение выявить при диагностике все точки разветвления алгоритма, низкая культура производства медицинских алгоритмов, систематическое нарушение правил алгоритмизации и недостаточное внимание к важнейшему свойству алгоритмов, свойству определенности – все это мешает делу. Подобные промахи, которые постоянно встречаются в медицинских учебниках, руководствах, клинических рекомендациях и протоколах, представляют собой болевую проблему современной медицины и имеют значимые негативные последствия. Корень всех этих недочетов состоит в том, что в мире до сих пор отсутствует единый стандарт медицинских алгоритмов.

Данный недостаток дезориентирует врачей и с неизбежностью порождает врачебные ошибки, которые могут привести и порою приводят к смерти, стойкой инвалидности и иному ущербу для пациентов. Рассуждая подобным образом, автор ставит во главу угла безопасность пациентов. И выстраивает путь к этой благородной цели на основе совершенствования медицинских алгоритмов, повышения алгоритмической культуры медицинских специалистов, разработки золотого стандарта для записи медицинских алгоритмов.

В этом заключается несомненная новизна авторского подхода. Как известно, проблема безопасности пациентов (patient safety) впервые по-

ставлена и обоснована в докладах Национальной академии медицины США (более известной как Institute of Medicine), где для обеспечения безопасности больных предложен ряд мер преимущественно организационного характера. Автор книги доказывает, что указанные меры явно недостаточны и настаивает на использовании новых алгоритмических методов, которые он характеризует как «медицинские алгоритмы высокой точности».

Острые критики Паронджанов направляет на недостатки профессионального медицинского языка. Последний, являясь естественным языком, принципиально не пригоден для описания точных алгоритмов. Для этой цели нужен не естественный, а специально разработанный искусственный язык; именно по этой причине математики используют не слова, а язык формул.

Главная идея книги – расширить выразительные возможности и повысить точность медицинского языка, дополнив его медицинским алгоритмическим языком высокой точности. В качестве такового предлагается использовать визуальный язык ДРАКОН, разработанный в космической отрасли России.

Насколько реальны подобные предложения? Ответ может дать только практика. Можно уже сейчас указать на трудности, возникающие при практической реализации выдвигаемых Паронджановым идей. Во-первых, предлагаемая в книге реформа медицинского языка подразумевает значительную перестройку системы медицинского образования и перевод ее на алгоритмические рельсы. Во-вторых, потребуются искоренить широко распространенную алгоритмическую неграмотность медицинского персонала с помощью медицинского алгоритмического языка *высокой точности*.

Разумеется, есть и выигрыш, причем значительный. Предполагается, что клиническое мышление врачей претерпит благоприятные изменения и превратится в клиническое мышление *высокой точности*. Вследствие это-

Знаете ли вы, кто написал предисловие к этой книге?



Геннадий Порядин – известный ученый и опытный педагог, член-корреспондент Российской академии наук. Альма-матер – знаменитая Пироговка, «второй мед», где он успешно прошел по трудным и красивым ступенькам: зав. кафедрой, декан лечебного факультета, проректор по учебной работе. Автор 400 научных работ, ряда учебников и руководств.

Геннадий Васильевич заботливо взрастил плеяду ученых медиков, подготовил 12 докторов наук и 24 кандидатов, которые работают в разных регионах России [242].

го число врачебных ошибок заметно сократится, а безопасность пациентов возрастет.

Какова цель книги? Она точно определена – «обосновать необходимость реформы медицинского языка и предложить средство для ее практического осуществления. Таким средством является алгоритмизация медицинской литературы, широкое использование медицинских алгоритмов *высокой точности* в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах» (стр. 32).

Исходя из этого, автор полностью исключил из рассмотрения трудные и специальные вопросы медицинской информатики. Это означает, что медицинское программирование, медицинские экспертные и информационные системы остались за рамками книги.

В этом есть несомненная логика, поскольку книга в первую очередь предназначена для врачей и фармацевтов, а также для организаторов и руководителей здравоохранения и системы медицинского образования.

Тут возникает еще одно, быть может, самое важное препятствие. Знание алгоритмического языка высокой точности (языка ДРАКОН) становится неременным, необходимым условием обучения медицине. Оно становится таким же обязательным для студента-медика, как и освоение латинского языка. Подобное требование раньше никогда не выдвигалось, оно появляется впервые. Реализация подобного требования сопряжена с немалыми трудностями и издержками. Фактически она означает изменение способа профессионального мышления медиков, переход к новой научной парадигме (по Томасу Куну), которую можно назвать *алгоритмической парадигмой клинического мышления*.

Если это верно, то современный этап развития медицины, по-видимому, можно охарактеризовать как очень непростой и болезненный процесс ломки прежних взглядов, в ходе которого прежняя неформальная парадигма медицинского мышления постепенно уступает место новой, более строгой алгоритмической парадигме.

Автор книги понимает суть проблемы и выдвигает в защиту своей позиции серьезные аргументы. Он подробно доказывает, что графический язык ДРАКОН принесет врачам большую пользу, облегчая труд врача, особенно в сложных случаях.

Известно, что медицина чрезвычайно сложна и с каждым годом продолжает усложняться. Развитие и накопление медицинских знаний и технологий предъявляет все новые требования к квалификации медицинских специалистов, что, в свою очередь, неизбежно отражается на системе преддипломного и последипломного медицинского образования.

Происходит непрерывный процесс увеличения нагрузки на мозг врачей, вынуждая их решать все более сложные мыслительные задачи. При этом далеко не всегда учитывается тот факт, что врач живой человек, а его

психофизиологические характеристики и способности отнюдь не безграничны. Паронджанов делает особый акцент на этой проблеме.

«Чрезмерная сложность мышления врачей вызывает обоснованную тревогу, так как именно она часто является причиной медицинских ошибок с тяжелыми последствиями» (стр. 49). В книге описан когнитивный метод, позволяющий устранить чрезмерную сложность мышления, для того чтобы помочь врачам и облегчить их жизнь. Метод дает возможность упростить чрезмерно сложную лечебно-диагностическую задачу и превратить ее в легко обозримую, которая не вызывает затруднений у врача (стр. 49).

Чтобы облегчить и ускорить изучение медицинских алгоритмов, Паронджанов вводит понятие «эргономичный алгоритм». Это важный прием, позволяющий обосновать и использовать удобную для врачей, *эргономичную* форму представления алгоритмов. Изюминка в том, что алгоритм превращается в легкий для понимания рисунок. При этом, по мнению автора, достигается взрывной эффект, который состоит в том, что происходит значительное облегчение работы врача (стр. 49, 54). Здесь уместно добавить, что автор написал десяток книг по алгоритмам, в которых подробно объясняются преимущества эргономичных алгоритмов.

Козырная карта Паронджанова состоит в том, что применение эргономичных алгоритмов и «научно обоснованное усовершенствование медицинского языка позволит уменьшить чрезмерную интеллектуальную нагрузку на врача, сделать ее посильной и комфортной. И за счет этого существенно сократить количество врачебных ошибок» (стр. 54).

По мнению автора, отсутствие удобных, легко воспринимаемых эргономичных графических алгоритмов высокой точности в учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах – большой недостаток, затрудняющий понимание материала и снижающий эффективность учебного процесса. Большой интерес представляет «принцип невидимой математики», реализованный в языке ДРАКОН. Хорошо известны блок-схемы алгоритмов по ГОСТ 19.701-90, которые изучают в школе. Язык ДРАКОН – это улучшенные, правильно построенные блок-схемы.

Графика ДРАКОНа (в отличие от блок-схем) опирается на строгую математику. Это значит, что логические операции алгебры логики И, ИЛИ, НЕ реализуются в медицинских алгоритмах с помощью интуитивно понятной графики, что значительно облегчает работу медицинского персонала (стр. 151). Проще говоря, логические операции спрятаны в графическом чертеже и становятся невидимыми. Графика языка ДРАКОН хороша тем, что позволяет полностью отказаться от логических математических формул (стр. 141).

Строгость алгоритмов полностью обеспечивается, но не формулами, а приятной графикой, которая не создает никаких трудностей для врачей.

Вместо утомительной работы с логико-математическими формулами и таблицами истинности, врачу достаточно запомнить два мнемонических понятия (Мачта и Лестница) и соответствующие им наглядные зрительные образы (стр. 142, 143).

Медицинские алгоритмы на языке ДРАКОН представляют собой графические чертежи, которые называются «дракон-алгоритмы», или «дракон-схемы». Чертежи рисуют на экране компьютера с помощью программы под названием ДРАКОН-конструктор. Пользователь (автор алгоритма) поочередно выбирает из графического меню нужные графические фигуры и вставляет их в нужные места, а соединительные линии между фигурами автоматически рисует ДРАКОН-конструктор.

Язык ДРАКОН содержит большое число правил, которые обеспечивают красоту, удобочитаемость и правильность алгоритма, а также комфортные условия для врача-пользователя. Запоминать эти правила не нужно. Все правила языка ДРАКОН хранятся в памяти ДРАКОН-конструктора, который строго следит за их выполнением и не допускает ошибок.

Это означает, что – во избежание ошибок – автору алгоритма запрещено рисовать какие-либо линии на чертеже алгоритма. Весь процесс рисования осуществляет ДРАКОН-конструктор в автоматическом режиме. Автор алгоритма лишь дирижирует этим процессом, выбирая фигуры из меню и указывая точки на чертеже, куда их следует вставить.

Благодаря автоматизации процесса рисования графические чертежи ДРАКОНа являются практически безошибочными. Благодаря удобочитаемости содержательные ошибки в алгоритме легко бросаются в глаза и, как правило, быстро выявляются автором медицинского алгоритма, его коллегами либо рецензентами и устраняются.

В заключение можно сказать, что книга является полезной, она открывает возможность практического решения целого ряда актуальных проблем современной медицины. Книга имеет междисциплинарный характер и с пользой для дела знакомит медиков с уникальным опытом алгоритмизации, накопленным в Российской космической индустрии. Язык ДРАКОН хорошо известен в Роскосмосе, он используется при создании систем управления многих космических проектов: Морской старт, Фрегат, Протон-М, Ангара и др. Для тех читателей, которые захотят глубже познакомиться с языком ДРАКОН, можно рекомендовать книгу автора «Учись писать, читать и понимать алгоритмы».

Г. В. Порядин

Зав. кафедрой патофизиологии и клинической патофизиологии
Российского национального исследовательского медицинского
Университета имени Н. И. Пирогова Минздрава России,
доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН

Введение

АЛГОРИТМЫ – ЭТО СОВСЕМ НЕ БОЛЬНО!

ЧТО МЫ ЗНАЕМ ОБ АЛГОРИТМАХ

Мы живем в мире алгоритмов, хотя зачастую не догадываемся об этом. Современная цивилизация – это цивилизация алгоритмов. Они окружают нас повсюду.

Особенно важны медицинские алгоритмы, от качества которых зависит жизнь, здоровье и благополучие людей. К сожалению, многие врачи не умеют читать, писать и понимать алгоритмы. Впрочем, это дело поправимое.

Прочитав книгу, вы быстро получите нужные знания. Как известно, один рисунок стоит тысячи слов. К вашим услугам – четкие, кристально ясные и эргономичные рисунки, сделанные так, чтобы читатель «Посмотрел – и сразу понял!» Они помогут открыть заветную дверь в увлекательное царство медицинских алгоритмов.

В ЧЕМ ПРОБЛЕМА

Трудность в том, что алгоритмы диагностики и лечения, как правило, очень сложны. Понять их непросто. Нужно изрядно попотеть, затратить много труда и времени.

А нельзя ли найти обходную дорогу и сэкономить время?

Конечно, можно! Секрет в том, что алгоритмы надо сделать *дружелюбными* (people-friendly). Это позволит превратить головоломки в наглядные алгоритмы-картинки, обеспечивающие быстрое и глубокое понимание.

Почему алгоритмы трудны для понимания? Потому что существующие способы записи медицинских алгоритмов устарели и превратились в досадное препятствие. Они созданы без оглядки на требования науки о человеческих факторах – эргономики. Эти устаревшие способы не учиты-

вают психофизиологические характеристики человека. И тем самым затрудняют и замедляют работу с алгоритмами.

ЛЕГКИЕ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ И УДОБНЫЕ ДЛЯ РАБОТЫ

В книге излагается новый взгляд на медицинские алгоритмы. Мы покажем, что алгоритмы должны быть не только правильными, но и дружелюбными. То есть легкими для восприятия, удобными для запоминания и полезными для анализа.

Этой благородной цели служит *эргономичный* алгоритмический язык.

Многие врачи вздрагивают при словах «алгоритмический язык». Им кажется, что это что-то ужасное и далекое от медицины.

На самом деле это не так. Давайте послушаем Петю и Лену.

Врач Петя. Как следует записывать медицинские алгоритмы? По правилам? Или наобум, без всяких правил?

Доктор Лена. Конечно, по правилам.

Врач Петя. Я хочу рисовать алгоритмы строго по правилам. Где их взять?

Доктор Лена. Правила записаны в языке. Язык задает правила.

Врач Петя. Какой язык?

Доктор Лена. Язык для записи алгоритмов.

Врач Петя. Как же называется этот язык?

Доктор Лена. Он называется «медицинский алгоритмический язык». Прочитав книгу, ты узнаешь все правила.

Хорошие алгоритмы создают повышенный интеллектуальный комфорт для врачей, увеличивают эффективность лечебно-диагностического процесса.

Алгоритмы являются неотъемлемой частью человеческой и медицинской культуры. Умение составлять и анализировать алгоритмы позволяет улучшить работу ума врачей. И, что очень важно, избежать многих серьезных ошибок.

Как известно, медицинские ошибки являются болевой точкой медицины, их предотвращению уделяется большое внимание.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ

Журден, герой Мольера, не знал, что всю жизнь говорил прозой. Многие врачи не знают, что всю жизнь выполняют медицинские алгоритмы.

А иногда, увы, не выполняют. Тогда происходят врачебные ошибки.

Раньше считалось, что ошибки – внутреннее дело медицины, поучительный материал, чтобы публично или келейно пристыдить виновных. Но теперь ситуация изменилась.

Медицинский мир с удивлением обнаружил, что дефекты медицинской помощи касаются не только врачей, но и больных. Выяснилось, что упущения врачей могут повлечь за собой смерть, стойкую инвалидность и иные неприятности для пациентов.

Конечно, все это было известно и раньше, однако медики не видели здесь проблемы. Происходили трагедии, пациенты погибали, однако даже лучшие врачи мира не могли найти выход из тупика. Лишняя ошибка и лишняя смерть трактовались как печальные, но неизбежные издержки профессии. Дескать, «у каждого врача свое кладбище». Проблема существовала, но была скрытой, неявной, неосознанной.

Первый раскат грома грянул 1999 году, когда были обнаружены вопиющие факты и обнародована статистика потерь. В четырех докладах Института медицины Национальной академии наук, техники и медицины США, опубликованных в 2000, 2001, 2007 и 2015 годах, со всей остротой поставлен вопрос о безопасности пациентов. И предложен ряд мер для их защиты.

Ценность докладов Института медицины состоит в том, что постановка проблемы отличается принципиальной новизной. В двух словах ее можно выразить так:

В чем проблема?

Проблема в том, что медицина убивает и калечит пациентов

Смертность по вине врачей в больницах США очень велика и является одной из ведущих (leading) причин в структуре смертности населения. Пациенты больше не согласны отправляться в морг из-за того, что врачи допускают предотвратимые (preventable) ошибки [1–4].

Дело получило огласку и вырвалось за пределы врачебных кабинетов. По рекомендации Института медицины, в конгрессе США были проведены слушания и принят закон о безопасности пациентов (Patient Safety and Quality Improvement Act of 2005), подписанный президентом Джорджем Бушем младшим 29 июля 2005 года [5, 6].

ПРОБЕЛ В ДОКЛАДАХ ИНСТИТУТА МЕДИЦИНЫ

Выводы и предложения Института медицины являются важными, но недостаточными.

Врачебные ошибки зависят от многих причин, в том числе, от недостатков медицинского языка, который, будучи естественным языком, не

приспособлен для точного и удобного описания медицинских алгоритмов и не имеет необходимых для этого специальных средств.

Алгоритмы профилактики, диагностики, лечения, скорой помощи, реанимации, реабилитации, прогноза являются научной проблемой перво-степенной важности, которая имеет прямое отношение к предотвращению врачебных ошибок и безопасности пациентов. Однако эта проблема была полностью упущена из виду в докладах Института медицины, что снижает ценность его выводов и рекомендаций.

МНОГОГОЛОВАЯ ГИДРА

Чем же кончилось дело? Решен ли вопрос о безопасности больных?

Безопасность пациентов – исключительно сложная, многофакторная проблема, многоголовая гидра. Решить ее непросто. На быстрое решение рассчитывать не приходится. Это будет длительный и трудный процесс.

Одна из возможных причин – низкое качество медицинских алгоритмов, которые создаются без детальной проработки всех возможных маршрутов и разветвлений, что и порождает врачебные ошибки. Другая причина – неполнота или отсутствие необходимых алгоритмов.

Похоже, что проблема медицинских алгоритмов выпала из поля зрения ученых, как медиков, так и математиков. Она не рассматривается как фундаментальная проблема медицины, считается малозначимой и не изучена в должной мере. Многие врачи по-прежнему не догадываются, что живут в мире медицинских алгоритмов.

Дело усугубляется тем, что некоторые медики относятся к алгоритмам с недоверием и предубеждением. На их знамени написано: «Медицина относится к разряду наук неточных, железных алгоритмов в ней нет и быть не может» [7].

АЛГОРИТМЫ – НОВЫЙ СПОСОБ ИЗЛОЖЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЗНАНИЙ

– Ну и что? Врачи иногда допускают ошибки, вследствие этого пациенты иногда умирают, все это верно. Но, черт возьми, причем здесь алгоритмы? – спросит рассерженный читатель.

Книга, которую вы держите в руках, является обстоятельным и аргументированным ответом.

Алгоритмы – новый, значительно более удобный и эффективный способ представления медицинских знаний¹. Их можно и нужно рассматривать как новую парадигму медицинского образования.

– В чем же его эффективность?

¹ Имеются в виду не декларативные, а процедурные знания.

– В частности, в том, что алгоритмы защищают врача от претензий со стороны пациентов.

– Это каким же образом?

– Алгоритмы вносят ясность в запутанные подробности лечения. А там, где есть ясность, вероятность ошибки мала. Чем меньше ошибок, тем счастливее врач.

– Неправда! В медицинских книгах много разговоров об алгоритмах, а воз и ныне там. Никакой ясности от этого не прибавилось. Почему?

– Потому что в книгах есть отдельные недостатки. Медицинские алгоритмы описаны шиворот-навыворот, через пень-колоду, с грубыми алгоритмическими и эргономическими ошибками.

– Причем тут алгоритмические ошибки? Вы что, замыслили повесить на врачей еще и программирование?

– Ни в коем случае. Программирование вообще ни при чем. Речь идет лишь о том, что медицинские алгоритмы должны быть легкими для понимания и иметь красивую упаковку. Чтобы любой врач и студент-медик мог быстро понять и запомнить алгоритм. В нынешних условиях это невозможно. Сегодня алгоритмы пишут по принципу «умрешь не поймешь».

– Уж не хотите ли вы сказать, что в вашей книге предложен лучший в мире способ описания медицинских алгоритмов? И что именно этот способ следует сделать международным медицинским стандартом?

Автор скромно потупил глаза.

ОСНОВНАЯ МЫСЛЬ

Профессиональный медицинский язык (язык медицинской литературы, учебников, стандартов, руководств, клинических рекомендаций, протоколов) имеет серьезный дефект. Он недостаточно точен и плохо приспособлен для описания сложных и разветвленных, нередко многочасовых и многодневных медицинских действий, решений и процедур, выполняемых при профилактике, диагностике, лечении, экстренной помощи, реанимации, реабилитации, прогнозе.

Чтобы устранить недостаток, нужно осуществить глубокую реформу медицинского языка, расширив его возможности с помощью визуального медицинского алгоритмического языка. Последний предназначен для стимулирования клинического мышления врачей, повышения безопасности пациентов, предотвращения врачебных ошибок и стандартизации представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе.

СВЕРХЗАДАЧА

Ради чего написана книга? Какой социально значимый и общественно полезный результат мы хотим получить? Какова сверхзадача и стратегическая цель?

Книга преследует несколько целей. Среди них в качестве наиболее важных можно выделить две: *безопасность пациентов и эффективность образования*:

Стратегическая
цель книги

- обеспечить более высокий уровень безопасности пациентов,
- повысить эффективность медицинского образования.

ПРИНЦИП «НЕВИДИМОЙ» МАТЕМАТИКИ

Если использовать в алгоритмах математические формулы, проект сразу же потерпит крах. Врачи не любят формулы и не станут их читать – они проголосуют ногами. Поскольку книга предназначена для врачей, выход один – придется обойтись без формул.

Можно ли создать математику без формул? Раньше это считалось почти невозможным. Однако голь на выдумки хитра. Пролистайте страницы. Вы не встретите ни одной формулы.

Тем не менее, все медицинские алгоритмы, представленные в книге, опираются на строгий математический фундамент. Фокус в том, что математика спрятана в графике, она стала невидимой.

Принцип «невидимой» математики означает, что врачи могут читать книгу со спокойной душой, не испытывая ни малейших затруднений.

ЛЕЙТМОТИВ КНИГИ

В качестве лейтмотива выбрана цитата:

«Несмотря на растущее техническое оснащение медицинских учреждений, повышение квалификации врачей и успехи медицинской науки, количество больных, пострадавших от дефектов медицинской помощи, во всех странах нарастает» [215].

Это очень важная мысль. Вместе с тем она не бесспорна; возможно, кто-нибудь захочет подвергнуть ее сомнению. Действительно, во мно-

гих государствах до сих пор не ведется статистика подобных дефектов. Поэтому утверждать, что «во всех странах нарастает» число жертв врачебных ошибок, строго говоря, неправомерно.

Однако подобные неточности не должны заслонять главное. Нет сомнения, что проблема ошибок приобрела всемирный характер и бросает зловещую тень на всю медицину. А раз так, значит, больше нельзя закрывать глаза на факты и прятать голову в песок. Проблема нуждается в неотложном решении.

Отсутствие языка, отсутствие удобной нотации для записи медицинских алгоритмов, нотации, которая отвечает чаяниям врачей и облегчает их труд, является главным, основополагающим препятствием, которое мешает движению вперед.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Решение должно быть глубоким и всесторонним. Полумерами вряд ли можно обойтись. Нынешняя медицина, по-видимому, должна научиться говорить на новом языке – языке алгоритмов. Медицина будущего – это алгоритмическая медицина.

Медицина должна изменить свой облик и превратиться в алгоритмическую медицину. Программу обучения в медицинских университетах следует усовершенствовать на основе принципов алгоритмической медицины.

«УЛИЦА КОРЧИТСЯ БЕЗЪЯЗЫКАЯ – ЕЙ НЕЧЕМ КРИЧАТЬ И РАЗГОВАРИВАТЬ!»

Если у человека нет языка, он не сможет говорить и становится немым.

Сегодня медицина – это Великий Немой, который хочет, но не может шагнуть в век алгоритмизации. Потому что у нее нет языка. По меткому выражению Маяковского, «ей нечем кричать и разговаривать».

Многие врачи хотят описать свои знания в виде алгоритмов, но, увы, получается плохо и коряво. В итоге возникает утешительный самообман, появляется привычка называть алгоритмом то, что алгоритмом вовсе не является.

Почему? Потому что нет языка для записи алгоритмов.

ПОМОЩЬ УЖЕ В ПУТИ. МЕДИЦИНСКИЙ ДРАКОН

К счастью, в России создан графический язык ДРАКОН, позволяющий представлять алгоритмы в виде наглядных картинок. Он нравится врачам и рекомендуется для широкого применения.

Почему ДРАКОН? Ответ простой: змея символ медицины, а дракон – это змея с крылышками.

Если у вас возникли трудности и вы совсем забыли, что такое алгоритм, не беда – скачайте и посмотрите детскую книжку «Волшебный Дракон в гостях у Мурзика» [8]. И неясности сразу исчезнут².

Или задайте вопрос на форуме ДРАКОНа [9].



ИГРА В ДЕТСКИЕ КУБИКИ И КОНСТРУКТОР АЛГОРИТМОВ

Дети любят играть в кубики. Язык ДРАКОН позволяет врачам совместить приятное с полезным. Медицинские алгоритмы можно создавать играючи, по примеру детской игры. Для этого существует медицинский ДРАКОН-конструктор.

Конструктор алгоритмов – надежный помощник врача. Он умело подсказывает, как нужно составлять алгоритмы. Словно посох мудреца, он контролирует каждый ваш шаг, не дает оступиться и сбиться с пути.

Желающие могут сразу опробовать услугу и пройти онлайн-тренинг: <https://drakon-editor.com/> Однако мы рекомендуем не торопиться и сначала все-таки ознакомиться с текстом. *Подробнее см. главу 17.*

В ДОБРЫЙ ПУТЬ С ДРАКОНОМ В РЮКЗАКЕ!

Прочитав книгу, читатель сможет легко ориентироваться в империи медицинских алгоритмов. И убедиться, что медицинский язык ДРАКОН –

² «Занимательная информатика, или Волшебный Дракон в гостях у Мурзика». В аннотации сказано: «Эта умная и веселая книга посвящена алгоритмам и принципам их построения. Просто и, что самое главное, очень доступно для детей, автор знакомит их с волшебным миром алгоритмов. С первых страниц ребенок попадает в мир игры и сказочных героев, которые помогают ему... Книгу можно рекомендовать родителям для совместного чтения с детьми и школьникам для развития интеллекта» [221].
Скачать http://drakon.su/_media/biblioteka_1/zanim_inf_optimizacija1_.pdf

удобное средство, помогающее профессиональным врачам и фармацевтам писать, читать и понимать алгоритмы.

Используя интуитивно понятный ДРАКОН-конструктор, инициативные медработники на местах сумеют самостоятельно, без чьей-либо помощи, создавать наглядные и понятные медицинские алгоритмы. Вы сможете делиться знаниями друг с другом, советоваться с коллегами и получать рецензии. Ваши предложения в виде ДРАКОН-алгоритмов можно вынести на всеобщее обсуждение – на научных конференциях, в рабочих группах (workshop) и через Интернет.

В результате медицина приобретает новый мощный канал для самоуправления и самосовершенствования.

МЕДИЦИНСКИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ

Организаторы и руководители здравоохранения получают удобный инструмент для управления медициной в виде бизнес-процессов на языке ДРАКОН. Это принесет пользу на всех уровнях медицинской иерархии. И на уровне лечебно-профилактического учреждения, и на уровне регионов, и на уровне всей страны.

Каким образом министр здравоохранения может контролировать свое огромное хозяйство, начиная от сельского здравпункта в таежной глубинке и кончая аппаратом Министерства?

Образно говоря, нужна сеть «всевидящих видеокамер». Беда в том, что бизнес-процессы абстрактны и недосыгаемы для камер. Этому горю нетрудно помочь. Дракон-алгоритмы играют роль волшебных видеокамер. Они срывают шапку-невидимку с бизнес-процессов и делают их доступными для государственного ока.

Под пристальным взглядом ДРАКОНА все тайное становится явным. Все бизнес-процессы предстают перед управленцами и контролирующими органами полностью обнаженными – во всей своей бесстыдной наготе.

Благодаря ДРАКОНу любая оплошность видна как на ладони. Руководитель сразу видит, где слабое место, и быстро устраняет управленческий прокол.

СТРУКТУРА КНИГИ

Книга состоит из трех частей. В первой части (главы 1–4) обсуждается возможность использования графического алгоритмического языка ДРАКОН для решения проблемы безопасности пациентов и повышения эффективности медицинского образования.

Вторая часть (главы 5–17) содержит подробное описание графического языка ДРАКОН, который рекомендуется для широкого применения

в медицине. Приводятся многочисленные примеры медицинских дракон-алгоритмов.

Третья и заключительная часть (главы 18–21) посвящена обсуждению новых результатов и перспектив, которые открываются перед медициной и медицинским образованием благодаря стандартизации медицинских алгоритмов.

Как связаться с автором?

Электронная почта: vdp2007@bk.ru

Тел. 8 (495) 331-50-72

8 (916) 111-91-57

Часть I

**КАК ОБЕСПЕЧИТЬ
БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ?
ВАЖНАЯ РОЛЬ МЕДИЦИНСКИХ
АЛГОРИТМОВ**

ОШИБКИ ВРАЧЕЙ. МОГУТ ЛИ АЛГОРИТМЫ СПАСТИ ПОЛОЖЕНИЕ?

ЗАЧЕМ НУЖНА ЭТА КНИГА

Цель книги – обосновать необходимость реформы медицинского языка и предложить средство для ее практического осуществления. Таким средством является алгоритмизация медицинской литературы, широкое использование медицинских алгоритмов *высокой точности* в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.

Неприятность в том, что сегодня в медицинских изданиях почти повсеместно применяются неточные, приблизительные, неудовлетворительные описания медицинских алгоритмов, выполняемые с помощью естественного языка и неквалифицированных рисунков. Они написаны с явным нарушением алгоритмических и эргономических правил, что вносит путаницу, затрудняет восприятие, осмысление и понимание алгоритмов.

Подобная ситуация недопустима, так как любая неточность в учебниках и иных публикациях может привести к врачебным ошибкам, что отрицательно сказывается на здоровье населения.

Чтобы поправить дело, необходимо:

- решительно отказаться от существующей практики, с неизбежностью порождающей ошибки,

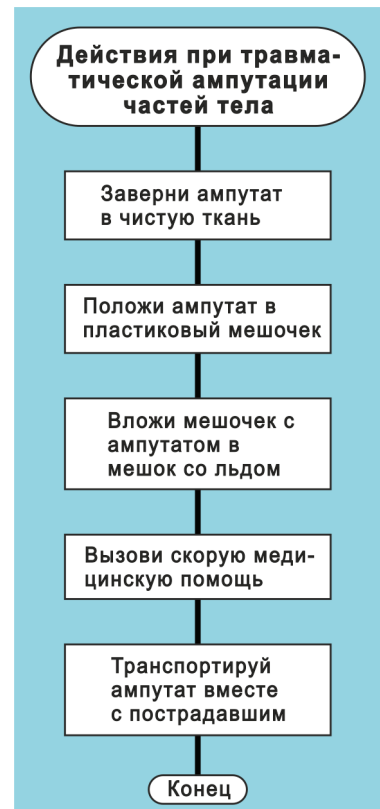


Рис. 1. Медицинский алгоритм «Действия при травматической ампутации частей тела» [216].

- осуществить глубокую реформу медицинского языка, расширив его возможности с помощью специального визуального медицинского алгоритмического языка *высокой точности*.

Такой язык реально существует, он разработан в Федеральном космическом агентстве России, прошел апробацию, описан в данной книге и выносится на суд читателей.

ВРАЧЕБНЫЙ ЯЗЫК ПРИНОСИТ БЕДУ

Современный медицинский язык имеет принципиальный недостаток. Как и любой естественный язык, он не обеспечивает необходимую точность описания сложных вопросов. По этой причине он не гарантирует защиту от врачебных ошибок, а наоборот, провоцирует их появление. В связи с этим, медицинский язык представляет серьезную опасность для пациентов. Он порождает ошибочные действия медперсонала, которые могут привести и зачастую приводят к смерти, инвалидности или иному ущербу для больных.

Как известно, современная медицина рассматривает повышение безопасности пациентов как приоритетную задачу [1–4]. Выявлены и частично устранены многие причины этого негативного явления. Однако проблема оказалась сложнее, чем предполагалось, и известные решения не полностью закрывают вопрос.

К сожалению, проблема «медицинский язык как источник неприятностей» почти полностью выпала из поля зрения ученых. Она не рассматривается как фундаментальная проблема медицины, считается несущественной, недооценивается и не изучена в должной мере.

В книге впервые проводится тщательное исследование влияния языка на врачебные ошибки и безопасность пациентов, выявляются прочие серьезные недостатки медицинского языка. Выдвигаются конкретные, тщательно продуманные и вместе с тем простые практические предложения, пригодные для массового применения.

ЧТО ПРЕДЛАГАЕТСЯ

Предлагаются средства и метод, позволяющие решить три крупных задачи:

1. Реформировать профессиональный медицинский язык, (язык медицинской литературы, учебников, стандартов, руководств, клинических рекомендаций, протоколов), дополнив его медицинским алгоритмическим языком высокой точности.
2. Улучшить форму представления медицинских знаний в медицинской литературе, устранить неточность, приблизительность и неполноту описаний – все это можно и нужно сделать с помощью медицинских алгоритмов высокой точности.

3. Изменить методику преподавания медицинских дисциплин в медицинских университетах и системе последипломного образования, используя алгоритмы высокой точности.

Центральным пунктом реформы является развитие клинического мышления врачей, которое превращается в *алгоритмическое клиническое мышление высокой точности*.

Выигрыш достигается за счет визуализации, формализации и стандартизации пошагового представления медицинских алгоритмов на бумаге и на экране компьютера.

ФАЛЬШИВО И НЕУДАЧНО

Философ Уиллард Куайн как-то сказал, что язык можно представить в образе корабля, находящегося в море и нуждающегося в ремонте [11]. Эту метафору можно применить и к медицинскому языку, который словно корабль странствует в медицинских морях. И тоже нуждается в починке.

Изрядная «пробоина» в медицинском корабле образовалась, когда врачи стали необоснованно использовать слово алгоритм, плохо понимая его смысл. Получилось фальшиво и неудачно. Чтобы поправить дело, надо устранить фальшь и внести гармонию в язык врачей с помощью визуального медицинского алгоритмического языка.

ЧТО ТАКОЕ МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Грубо говоря, это все то, что делают врачи. Например, при пересадке почки, лечении туберкулеза или экстренном оказании помощи жертвам мощного взрыва, землетрясения или иного бедствия.

Медицинские алгоритмы – это любые врачебные процедуры, решения, действия, а также составленные из них замысловатые и разветвленные цепочки операций, выполняемые при профилактике, диагностике, лечении, скорой помощи, реанимации, реабилитации, прогнозе¹.

Уточним: алгоритмами являются не сами действия и решения, а их точные описания на бумаге или экране.

Медицинские алгоритмы есть точное описание всех без исключения медицинских действий и решений, а также пошаговое описание их последовательностей

Можно также сказать, что алгоритмы – простой, удобный и эффективный язык для общения врачей и для обмена медицинскими знаниями.

¹ В широком смысле к медицинским алгоритмам относятся также действия, решения и составленные из них цепочки операций, выполняемые при фармации, фармакологии, ветеринарии, а также при организации и управлении здравоохранением.

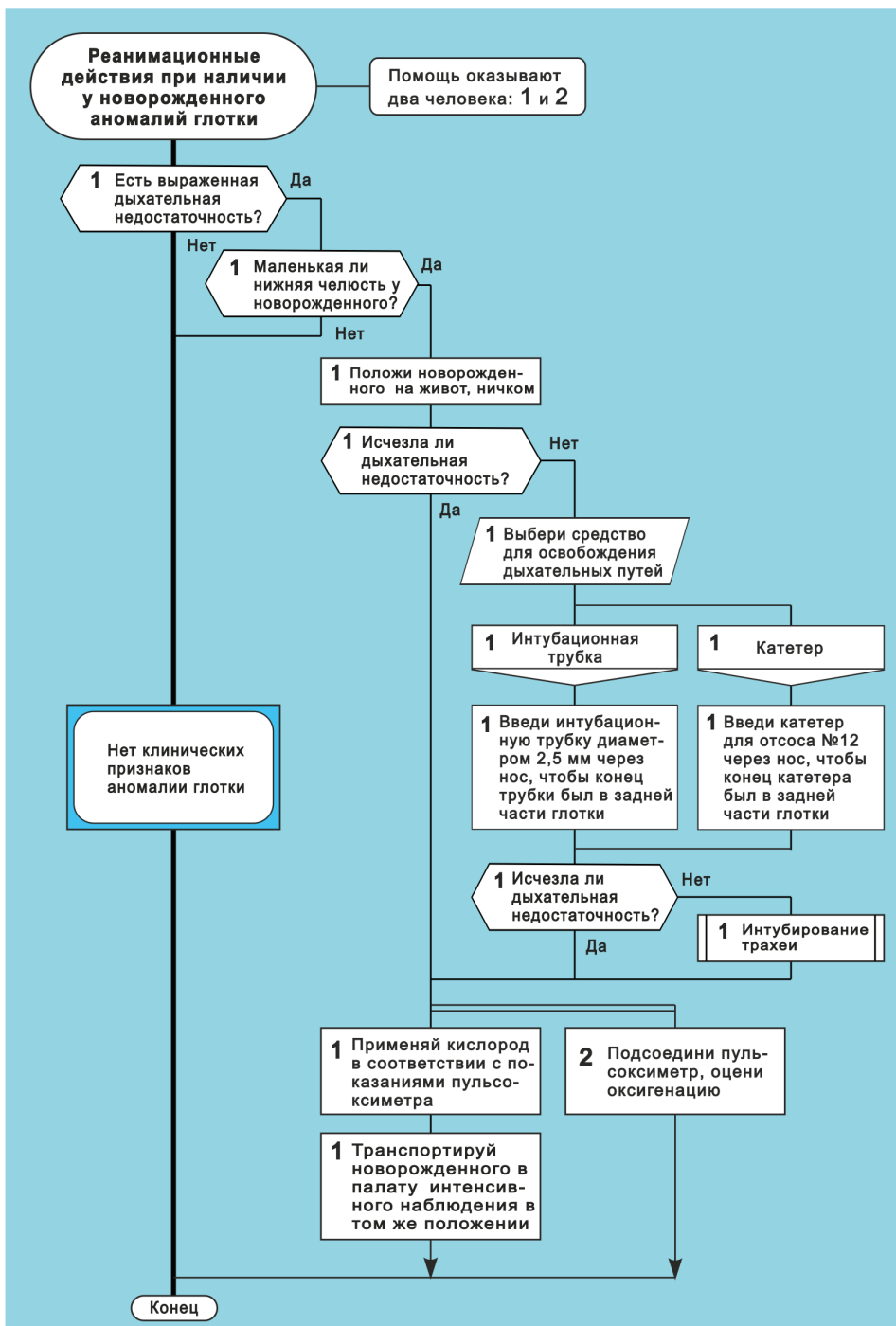


Рис. 2. Медицинский алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного аномалий глотки» [10]

А ЧЕМ МЫ ХУЖЕ

Слово «алгоритмы» пришло в медицину недавно. Конечно, врачи и раньше спасали и выхаживали больных, однако их повседневная работа была безымянной, не имела звучного названия. Но свято место пусто не бывает. Нашелся безвестный медик-энтузиаст, который воскликнул: а чем мы хуже? У всех порядочных людей есть алгоритмы, а в медицине их почему-то нет.

Сказано – сделано. Еще вчера во всем мире не было медицинских алгоритмов, а сегодня, пожалуйста, они выросли повсюду, как грибы после дождя. И мигом заполнили медицинские учебники, руководства, клинические рекомендации, протоколы.

При этом, по сути почти ничего не изменилось. Появилось лишь модное словечко «алгоритм», щедро рассыпанное в нужных местах. И прежде безликий медицинский текст сразу как-то преобразился, подбочился и заиграл новыми красками. Вот пример: *алгоритм ведения пациента при нормотензивной глаукоме* [12].

ВОЛЬНИЦА КОНЧИЛАСЬ

Казалось бы, одно слово мало что значит. Однако это не так. Алгоритм – символ образцового порядка, строжайшей дисциплины и жесткой стандартизации. В течение долгих тысячелетий врачи лечили по заветам предков, проявляли творчество, полагались на свой опыт и обходились без стандартов.

А тут вдруг – бац! – вольница кончилась, надо уважать стандарты и соблюдать алгоритмы. Многие к этому не готовы. К тому же качество алгоритмов оставляет желать лучшего.

ЧТО ЛУЧШЕ: ТЕКСТ ИЛИ ГРАФИКА?

Жизнь не стоит на месте. Некоторые медики полагают, что алгоритмы, описанные текстом, это вчерашний день медицины. По их мнению, алгоритмы следует изображать в виде наглядных графических рисунков. Имеются в виду блок-схемы алгоритмов, диаграммы деятельности языка UML, деревья принятия решений [13–26].

Вот мы и подошли к центральной, узловой проблеме, над которой нынче бьются пытливые умы. Как лучше описывать алгоритмы? С помощью текста? Или с помощью графики?

КОНФЛИКТ МИРОВОЗЗРЕНИЙ

Основной закон алгоритмизации в вольном пересказе выглядит примерно так: *алгоритм следует описывать мелкими шажками, т. е. шаг за шагом, очень подробно и ничего не пропуская*. Увы, медицинские писатели сплошь и рядом нарушают этот закон. Почему? Может быть, писатели плохие? Вовсе нет. Писатели хорошие, знающие, есть среди них и опытные врачи, и преподаватели медвузов, и ученые. Так в чем же дело?

Здесь мы с удивлением обнаруживаем очень интересное, в чем-то парадоксальное явление, которое можно охарактеризовать как своеобразный *конфликт мировоззрений или конфликт двух культур, как столкновение математической культуры мышления с культурой медицинской*.

Они сошлись. Волна и камень,
Стихи и проза, лед и пламень
Не столь различны меж собой...

САМИ С УСАМИ

В математике господствует формальный язык, а медицина считается плохо формализуемой областью знания. В этом глубинная суть конфликта. Математические алгоритмы любят строгость, причем такую, которую нельзя выразить с помощью естественного языка. Чтобы записать строгий алгоритм, нужен не естественный, а формальный, искусственный язык, например, алгоритмический язык программирования.

Как же быть? Не желая вникать в математические тонкости, потому как сами с усами, медики, недолго думая, попытались скрестить ужа с ежом и, к сожалению, соединили несоединимое. Почему так получилось?

КОСТЬ В ГОРЛЕ

В медицине, как и в других науках, существуют некие незыблемые устои, образовавшиеся в ходе длительного исторического развития. Это стереотипы медицинского мышления, устоявшиеся профессиональные привычки, наработанный стиль написания медицинской литературы.

Понятие алгоритма вступает в острое противоречие с идеалами и нормами медицинского мышления; оно торчит в тексте, как кость в горле. Игнорируя это обстоятельство и действуя методом «грубой силы», медики механически внедрили слово «алгоритм» в традиционную структуру медицинских текстов. Фактически они осуществили своеобразный «интеллектуальный киднэппинг» – похитив у математиков понятие алгоритма, они искалечили его почти до неузнаваемости. И незаконно присвоили себе право распоряжаться чужой собственностью (краденым) по своему усмотрению.

ЧУДО В ПЕРЬЯХ

Что же получилось в результате сенсационной кражи века? Получился некий загадочный кентавр, чудо в перьях, который имеет лишь запах алгоритма.

«Что же из этого следует? – Следует жить» и, по возможности, навести порядок в авгиевых конюшнях медицинского языка. Укажем два важных пункта.

1. Сегодня подавляющее большинство медицинских алгоритмов описано в литературе в виде текста на естественном языке. Это недопустимо, потому что обычный язык *категорически не пригоден* для записи безошибочных алгоритмов. Здесь находится скрытый источник врачебных ошибок.
2. Ничтожно малая часть (крохотные доли процента) описана в виде графических рисунков. Но и здесь дело не ладится – нынешняя графика подходит лишь для самых простых задач.

ГОРА РОДИЛА МЫШЬ

С ростом сложности графические схемы алгоритмов быстро теряют наглядность, линии начинают пересекаться и сплетаются в невразумительный клубок. Чтобы сохранить удобочитаемость, приходится упрощать и сокращать чертеж. Полноценный алгоритм превращается в усеченный, неточный, куцый вариант.

Задача пошагового описания медицинских алгоритмов в удобной для врачей форме как была, так и осталась нерешенной.

РОССИЯ НАМ ПОМОЖЕТ

Вместе с тем уже созрели предпосылки для успешного решения проблемы. В России создан графический алгоритмический язык, который выгодно отличается от предшественников. Он позволяет:

- представить сложные и сверхсложные медицинские алгоритмы не в сокращенной форме, а полностью, без пропусков и упрощений;
- использовать эргономичную, удобную для врачей форму представления алгоритмов;
- устранить основной недостаток профессионального медицинского языка, т. е. обеспечить подробное (пошаговое) описание сложных и разветвленных медицинских алгоритмов в точной, однозначной и исчерпывающей форме.

МЕЖДУ СЦИЛЛОЙ И ХАРИБДОЙ: ЗАЧЕМ ВРАЧУ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК?

На каком языке следует писать медицинские алгоритмы? Язык – это система правил. Если правила хорошие, язык обречен на успех. Если плохие, языком никто не станет пользоваться. И он благополучно умрет.

Какие требования надо предъявить к языку для записи алгоритмов?

Во-первых, он должен быть формально строгим. Это нужно, чтобы свести к минимуму врачебные ошибки. Обычный медицинский язык не годится для этой цели: он прячет и маскирует ошибки, вместо того, чтобы предотвращать и исключать их.

Во-вторых, нужна удобочитаемость, легкость понимания. Зачем? Чтобы создать для медиков удобные и комфортные условия. Врач не желает ломать зубы о несъедобный гранит науки. Он хочет легко и быстро схватить суть алгоритма – с первого взгляда. По принципу: «Посмотрел и сразу понял!» Все алгоритмы в этой книге нарисованы именно так.

Второе требование намного важнее первого. Потому что профессиональный врач – это высший судья. Если врачи скажут: «язык трудный и неудобный», значит, проект провалился.

Чтобы избежать такого финала, в книге предложен очень легкий медицинский алгоритмический язык. Взгляните на рисунки 1 и 2. Все надписи даны на знакомом для медиков языке. Вся терминология медицинская. Нет ни одного чужого слова. Чтобы читать алгоритм, ничего кроме медицины, знать не нужно.

А где же формальная строгость, где математика? Она убрана с глаз долой и спрятана в графике. Это сделано для того, чтобы не отвлекать внимание врача на ненужные ему детали.

Но это вовсе не значит, что математика исчезла. Математика есть, она играет очень важную роль, так как графический каркас алгоритма строится по математическим законам (подробнее см. главы 4 и 8).

МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Итак, мы предлагаем принципиально новый тип медицинских алгоритмов.

Как отличить новый тип от того, что было прежде? Нужен отличительный признак. Для этого вводится термин «медицинский алгоритм высокой точности» или, что одно и то же, медицинский алгоритм на языке ДРАКОН.

Слова *высокая точность* подчеркивают строгость алгоритма и тот факт, что он обоснован математически [27]. Они напоминают, что алгоритмы нового типа позволяют с ювелирной точностью изобразить любой, сколь угодно сложный медицинский алгоритм.

Вместе с тем, необходимо обеспечить удобства для врача, который привык к естественному языку и не хочет от него отказываться. Для этого используется хитрый прием. *Математически строгая графика элегантно сочетается с надписями на обычном языке* (см. рис. 1 и 2).

Подобное сочетание оказывается плодотворным, так как медицинские алгоритмы высокой точности приобретают два полезных свойства. К красоте математики добавляется прелесть эргономики, то есть знакомые сообщения на родном языке.

- Медицинский язык ДРАКОН специально создан для построения медицинских алгоритмов высокой точности.
- Язык ДРАКОН называется медицинским алгоритмическим языком высокой точности.

ЧТО ТАКОЕ ШАГ АЛГОРИТМА

Алгоритм делится на мелкие порции – шаги, которые следуют друг за другом (шаг за шагом).

На рис. 3 показан алгоритм, состоящий из пяти шагов. На каждом шаге выполняется одно медицинское действие. Действия выполняются последовательно, друг за другом и решают поставленную задачу. Заголовок и Конец (закругленные фигуры) – это обрамление алгоритма; они не выполняют никаких действий.

Можно сказать по-другому: алгоритм есть графическая инструкция для врача. На рис. 3 представлена инструкция, содержащая пять команд (шагов), которые должен выполнить врач.

ЧТО ТАКОЕ МЕДИЦИНСКОЕ РЕШЕНИЕ

На рис. 3 рассмотрен простейший случай – все шаги описывают дей-

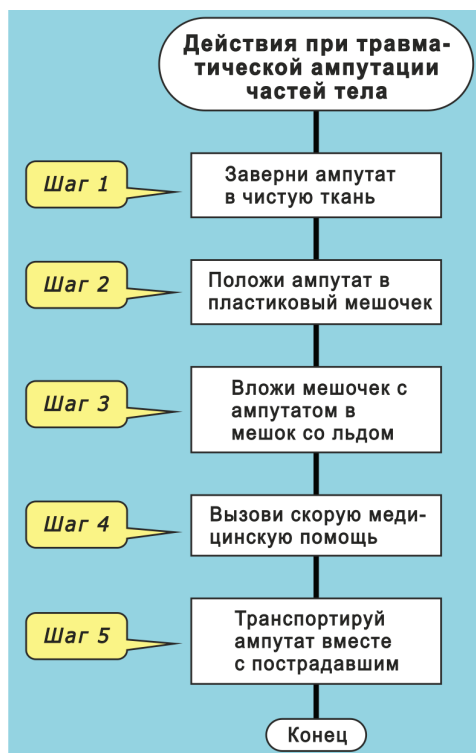


Рис. 3. Алгоритм состоит из пяти шагов

ствия. На рис. 4 изображена более сложная ситуация, при которой врач использует не только действия, но и медицинские решения.

Мы вынуждены принимать решение всякий раз, когда на дороге встречается развилка. Куда идти? Направо или налево? «Налево пойдешь – коня потеряешь, направо пойдешь – голову сложишь».

Нумерация шагов зависит от принятых решений. Предположим, что, следуя по дороге, мы всегда (на каждом перекрестке) будем сворачивать направо. Применяя принцип «на развилке всегда направо» к рис. 4, можно убедиться, что «правая дорога» состоит из 10 шагов.

Первый шаг – решение «Есть ли выраженная дыхательная недостаточность?». Решение состоит в том, что мы выбираем ответ «Да».

Второй шаг – «Маленькая ли челюсть у новорожденного?». Врач смотрит на малютку и опять решает «Да».

Третий шаг – действие: «Положи новорожденного на живот, ничком».

Четвертый шаг снова решение: «Исчезла ли дыхательная недостаточность?» Врач смотрит и видит: нет, не исчезла.

Пятый шаг – еще раз нужно принять решение. Какой инструмент будем использовать: интубационную трубку или катетер? Обратите внимание: решение в данном случае изображается с помощью трех фигур в белой рамке.

Пропустим несколько шагов и взглянем на шаг 9. Он включает два действия, которые выполняются одновременно. Ассистент подсоединяет пульсоксиметр и проверяет оксигенацию, а врач подает кислород, контролируя показания прибора.

Таким образом, мы выяснили: «правая дорога» на рис. 4 содержит десять шагов. Из них пять – *медицинские действия* и пять – *медицинские решения*.

Что такое
шаг алгоритма

- Это действие или решение.
- Один шаг – одно медицинское действие или одно медицинское решение.

ПОВТОРЕНЬЕ МАТЬ УЧЕНЬЯ. ТЕЗИСЫ ДЛЯ ЗАПОМИНАНИЯ

- Профессиональный медицинский язык – это язык медицинской литературы.
- Нынешний профессиональный медицинский язык представляет опасность для пациентов. Он зачастую порождает ошибочные действия медицинского персонала, которые могут повлечь за собой смерть, инвалидность или причинить иной вред больному.

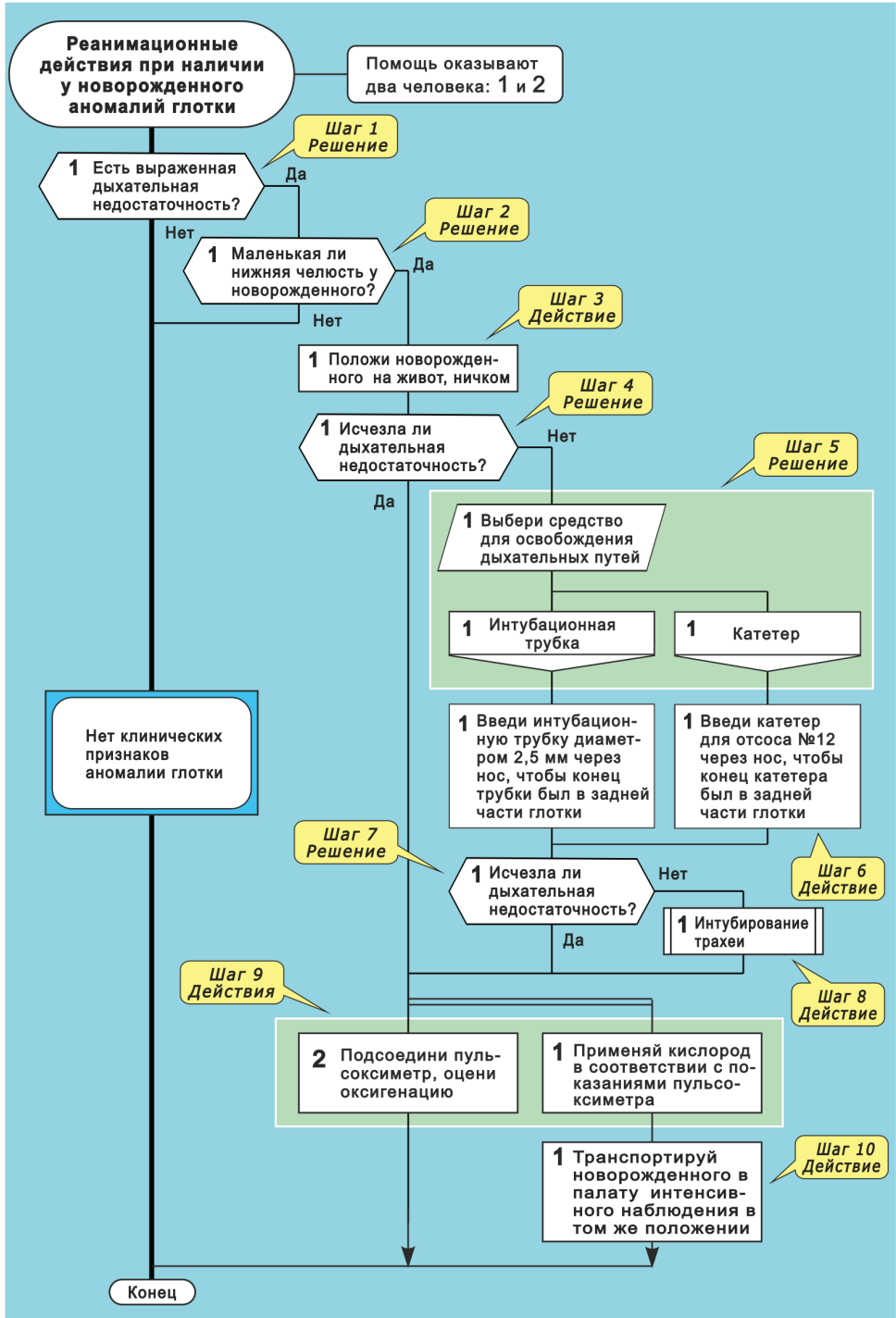


Рис. 4. Самый длинный маршрут этого алгоритма содержит 10 шагов

- Подавляющее большинство медицинских алгоритмов представлено в мировой медицинской литературе в виде текста на естественном языке. Это недопустимо, потому что *обычный язык не пригоден для записи безошибочных алгоритмов.*
- Широко распространенное использование медицинского языка для записи медицинских алгоритмов является некорректным (безграмотным) и подлежащим исправлению. В этом заключается одна из причин врачебных ошибок.
- Понятие алгоритма вступает в противоречие с идеалами и нормами сложившихся представлений о медицинской науке, с историческими традициями и неформальным стилем медицинской литературы.
- Обострившаяся ситуация с врачебными ошибками и проблема безопасности пациентов вынуждают обратить особое внимание на это противоречие и устранить его.
- Необходимо осуществить реформу профессионального медицинского языка (языка медицинской литературы, учебников, стандартов, руководств, клинических рекомендаций, протоколов), дополнив его медицинским алгоритмическим языком высокой точности – языком ДРАКОН.

ВЫВОДЫ

1. Медицинские алгоритмы – это любые медицинские действия и решения, а также составленные из них сложные и разветвленные цепочки операций, выполняемые при профилактике, диагностике, лечении, экстренной помощи, реанимации, реабилитации, прогнозе.
Уточнение. Алгоритмами называются не сами действия и решения, а их точные описания.
2. Сегодня в мировой медицинской литературе даются неточные, приближительные, неудовлетворительные описания алгоритмов, выполняемые с помощью естественного языка и неквалифицированных рисунков с многочисленными грубейшими нарушениями алгоритмических и эргономических правил.
3. *Медицинские алгоритмы высокой точности* обладают несомненным преимуществом по сравнению с ныне существующими и позволяют устранить недостатки.
4. Актуальной задачей является алгоритмизация медицинской литературы, широкое использование *медицинских алгоритмов высокой точности* в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.

5. Правила создания и внешний вид медицинских алгоритмов высокой точности однозначно заданы и детально описаны в визуальном медицинском алгоритмическом языке высокой точности – языке ДРАКОН.
6. Язык медицинской литературы – это естественный текстовый язык. Как и любой естественный язык, он не обеспечивает необходимую точность изложения сложных вопросов. Он не приспособлен для описания медицинских алгоритмов, потому что для записи алгоритмов нужен специальный строгий язык.
7. Чтобы ликвидировать «алгоритмическую отсталость» медицины, необходимо:
 - принять медицинские алгоритмы высокой точности в качестве стандарта для медицинской литературы,
 - принять визуальный медицинский алгоритмический язык высокой точности (язык ДРАКОН) в качестве медицинского стандарта,
 - изменить методику преподавания медицинских дисциплин в медицинских университетах и системе последипломного образования, опираясь на алгоритмы высокой точности,
 - использовать медицинские алгоритмы высокой точности в медицинских экспертных системах (данная задача выходит за рамки книги).
8. Пункт 7 раскрывает основные положения предлагаемой реформы системы медицинского образования как преддипломного, так и последипломного.

ПОЧЕМУ МЕДИЦИНА УБИВАЕТ И КАЛЕЧИТ ПАЦИЕНТОВ?

ЧТО ТАКОЕ МЕДИЦИНСКАЯ ОШИБКА

Жила-была девушка на берегу океана в городе Бостон. Ее звали Бетси Леман. Случилось так, что она попала в больницу. И вдруг...

Почему? Почему очаровательная Бетси, обозреватель газеты Бостон Глоб так нелепо погибла? Потому что произошла медицинская ошибка – смертельная передозировка при химиотерапии [28].

Вилли Кингу тоже не повезло. Ему надо было ампутировать ногу. Операция прошла успешно. Но... с ошибкой. Надо было удалить больную ногу, а здоровую оставить. Увы, карта легла по-другому [28].

Бывает ли такое в России? Да, бывает. У нас есть свой, русский Вилли Кинг. Бедняге нужно было удалить разрушенное раком правое легкое. Но Господь опять не досмотрел – вырезали здоровое, оставив на память пораженное опухолью. Вот такая пневмонэктомия [29].

Единичные случаи? Исключения из правил? Если бы так. На самом деле, это широко распространенное зло, имеющее характер всемирной эпидемии. Врачебные ошибки – сложное, недостаточно изученное и очень опасное явление.

Что говорят
эксперты

«Несмотря на растущее техническое оснащение медицинских учреждений, повышение квалификации врачей и успехи медицинской науки, количество больных, пострадавших от дефектов медицинской помощи, во всех странах нарастает» [215].

НЕ ЛГАТЬ, НЕ ИЗВОРАЧИВАТЬСЯ...

Гиппократ рассматривал ошибки как источник знаний: «Если мы будем требовательны к себе, то не только успех, но и ошибка станет источником знания» [30].

Основоположник военно-полевой хирургии, анатом Николай Пирогов (1810–1881) призывал сразу сообщать о неудачах, чтобы предостеречь коллег:

«Я считаю священной обязанностью немедленно обнародовать свои ошибки и их последствия для предупреждения и назидания другим, еще менее опытным, от подобных заблуждений» [31].

Еще один знаменитый врач, пионер абдоминальной хирургии Теодор Бильрот (1829–1894) часто повторял:

«Только слабые духом, хвастливые болтуны и утомленные жизнью боятся открыто высказываться о совершенных ими ошибках. Кто чувствует в себе силу сделать лучше, тот не испытывает страха перед признанием своей ошибки» [32].

– Ничто так не способствует врачебной спеси, как игнорирование или забвение собственных ошибок, – напоминает хирург Николай Петров [31].

А вот что думает Жан-Луи Пти: «Ошибки являются только ошибками, когда у тебя есть мужество их обнародовать, но они становятся преступлением, когда гордыня тебя побуждает их скрыть» [33].

– Врач должен иметь мужество сознаться в своих ошибках, не лгать, не изворачиваться, – настаивает невропатолог Хаим-Бер Ходос [33].

СЛОМАННЫЕ СУДЬБЫ И ЗАГУБЛЕННЫЕ ДУШИ. ЗОЛОТОЙ ФОНД МЕДИЦИНЫ

Однако не все были столь мудрыми. Медицинские ошибки зачастую скрывались от общественности, отрицались и замалчивались [34]. Тысячи людей обращались к врачам в надежде на исцеление, но вместо помощи получали путевку на кладбище.

На протяжении тысячелетий ошибки и неудачи были Суровым Учителем не только для начинающих врачей, но и для лучших целителей мира. Бесконечный конвейер сломанных судеб и загубленных душ терялся в волнах вечности и плавно превращался в драгоценные крупинки медицинского опыта.

«Только через грустный опыт отстаивается золотой фонд медицины», – замечает кардиохирург Николай Амосов [35]. Ему вторит американский врач Нойа Фабрикант: «Иные врачи двадцать лет кряду делают одни и те же ошибки и называют это клиническим опытом» [36].

Проблема ошибок – одна из труднейших в медицине. К сожалению, она по-прежнему остается заброшенной нищенкой на роскошном празднике современной науки.

Врачебные ошибки были, есть и, по-видимому, будут всегда, пока врачеванием занимается человек. Сегодня важно на научной основе разработать эффективные меры, позволяющие свести ошибки *к минимуму*.

СЕНСАЦИОННЫЙ ДОКЛАД: СКОЛЬКО ЛЮДЕЙ БЕЗВИННО ГИБНЕТ В БОЛЬНИЦАХ США?

Первый шаг к научному пониманию проблемы был сделан в Национальной академии наук США, медицинское отделение которой носит название *Институт медицины* (Institute of Medicine) [37]. В 2000 году, на основании тщательных исследований, Институт опубликовал доклад под интригующим названием «Человеку свойственно ошибаться» с подзаголовком «Создание более безопасной системы здравоохранения» (To Err is Human: Building a Safer Health System) [1]. 300-страничный труд сразу же привлек к себе внимание и превратился в сенсацию.

Поражают и масштабы проблемы, и научная честность авторов. Они не стали отстаивать честь мундира, не побоялись выносить сор из избы. Оказывается, медицинские ошибки в больницах США являются причиной смерти от 44 000 до 98 000 человек в год [38]. Цифры озадачивают и поражают. Они означают, что «в американских больницах каждые полгода погибает больше американцев, чем за всю Вьетнамскую войну» [39].

Авторы признают, что врачебные ошибки занимают одно из ведущих мест в структуре смертности населения США. Даже если взять нижнюю оценку (44 000 человек), смертность из-за врачебных ошибок превышает значение восьмой ведущей причины смерти в США. По вине врачей умирает больше людей, чем от дорожно-транспортных происшествий (43 458 жертв), от рака молочной железы (42 297 жертв), от СПИДа (16 516 жертв)¹ [40].

В докладе делается вывод, что больница гораздо опаснее самолета. Потому что риск смерти вследствие врачебной ошибки намного больше, чем риск гибели в авиационной аварии («risk of dying as a result of a medical error far surpasses the risk of dying in an airline accident») [41].

БОЛЬНИЦА В 10 000 РАЗ СТРАШНЕЕ АВИАКАТАСТРОФЫ

Вскоре выяснилось, что сходная картина имеет место не только в Америке, но и в других регионах мира – в Азии, Африке и др. [42, 43].

В материалах Всемирной организации здравоохранения говорится, что пребывание в больнице в 10 000 раз опаснее, чем полет на самолете:

«Вероятность несчастного случая в самолете составляет 1 на 3 миллиона. Риск возникновения несчастного случая в больнице 1 на 300» [44].

¹ Все цифры согласно статистике за 1997 год.

Эти данные послужили основанием для развертывания широкой кампании сначала в США, а затем и на международном уровне, по борьбе с ошибками в медицине [1, 2, 45–49].

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИДЕИ

В последнее время в разных странах мира предпринимаются энергичные усилия по предотвращению медицинских ошибок. Эти усилия чрезвычайно важны и крайне необходимы. По рекомендациям Института медицины [1, 2] в конгрессе США были проведены слушания и приняты законы о безопасности пациентов, подписанные президентами Биллом Клинтон [49] и Джорджем Бушем младшим [5, 6].

В мировой системе здравоохранения выявлены и частично устранены многие неблагоприятные ситуации, представляющие опасность для пациентов. Вместе с тем, полезно помнить, что чаще всего выявляются и устраняются относительно простые ошибки. Например, такие, как внутрибольничные инфекции (hospital-acquired infections), поражающие каждый год 1,4 миллиона человек [50], ошибки при переливании крови и т. д.

В целом, проблема по-прежнему далека от разрешения [51, 52].

ОШИБКИ МЫШЛЕНИЯ ВРАЧЕЙ. МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК КАК ИСТОЧНИК НЕПРИЯТНОСТЕЙ

Медицинские ошибки зависят от многих причин, в том числе, от недостатков медицинского языка. К сожалению, эта последняя причина обычно не учитывается. А зря. На самом деле, она очень важна.

Дефекты медицинского языка могут оказывать негативное и даже разрушительное воздействие на профессиональное мышление врачей. Приходится признать, что предпринимаемые сегодня меры, предложенные в докладах Института медицины, являются недостаточными, поскольку они почти не затрагивают ошибки мышления [53].

Между тем, интеллектуальные ошибки врачей, то есть ошибки мыслительных операций, представляют наибольший интерес, так как свидетельствуют об исключительной сложности медицинского мышления. Они меньше всего исследованы, тесно связаны с языком и нуждаются в тщательном анализе.

В книге, которую вы держите в руках, проводится мысль, что медицинский язык имеет важный дефект, представляет опасность для пациентов и потому нуждается в серьезной доработке и совершенствовании.

ЧРЕЗМЕРНАЯ СЛОЖНОСТЬ МЫШЛЕНИЯ

По нашему мнению, на первый план выступает новая проблема – *проблема сложности медицинского мышления*.

Известно, что медицина чрезвычайно сложна и с каждым годом продолжает усложняться. Бурное развитие медицинских знаний и технологий предъявляет все новые и новые требования к квалификации медперсонала и медицинскому образованию.

Как следствие, увеличивается нагрузка на мозг врачей, вынуждая их решать все более сложные мыслительные задачи. В том числе, чрезмерно сложные. При этом забывают, что врач живой человек, а его психофизиологические характеристики и способности отнюдь не безграничны.

Чрезмерная сложность мышления врачей вызывает обоснованную тревогу, так как именно она часто является причиной медицинских ошибок с тяжелыми последствиями.

В книге описан когнитивный метод, позволяющий устранить чрезмерную сложность мышления, для того чтобы помочь врачам и облегчить их жизнь. Метод дает возможность упростить чрезмерно сложную лечебно-диагностическую задачу и превратить ее в легко обозримую, которая не вызывает затруднений у врача.

ОШИБОЧНЫЙ ДИАГНОЗ

Что означает медицинская ошибка при диагностике, приведшая к смерти или инвалидности больного? Она означает, что нагрузка на мозг лечащего врача стала *чрезмерной и непосильной*.

В результате запредельной нагрузки, мозг врача прекратил правильно функционировать, так как мыслительная задача оказалась ему не по силам. Она оказалась слишком трудной, превышающей критический порог. Если бы нагрузка не была чрезмерной, врач бы не ошибся, и пациент не пострадал бы.

Кто же виноват в нанесении ущерба пациенту? Врач, который установил неверный диагноз? Или, может быть, виновато общество, которое ставит перед врачом непосильные для его мышления задачи, жестко ограничивая время на их решение?

Мнение
экспертов

«В среднем более чем у 15% больных заключительные клинические диагнозы, как показывают аутопсии, являются ошибочными... Основное заболевание при жизни пациента не распознается клиницистом примерно у 15–20% больных, умерших в стационарах нашей страны. Близкие цифры характерны и для стационаров других стран» [215].

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ПЕРЕГРУЗКА ВРАЧЕЙ. ДОПУСТИМА ЛИ ОНА?

Общество должно помочь врачам, облегчить их тяжелый интеллектуальный труд, сделать его менее сложным и напряженным. Необходимо уважать достоинство врача. Поэтому труд должен быть *посильным*.

Общественность должна знать, что большинство врачей – отнюдь не гении, они не обладают выдающимися способностями и талантами. Это рядовые лечащие врачи больниц, поликлиник и медицинских центров, имеющие обычные, средние способности.

Интеллектуальная нагрузка на их мозг должна быть соразмерной их силам и способностям. *Чрезмерная сложность мышления должна быть исключена с помощью научно-обоснованных методов.*

ПОЧЕМУ ИСКАЗИЛИ КЛЯТВУ ГИППОКРАТА

Две с половиной тысячи лет назад, Гиппократ написал свою знаменитую Клятву. В ней, в частности, говорится: нужно лечить «сообразно с моими силами и моим разумением» [54]. Однако в современной Клятве врача (Женевской декларации) и Клятве, на которой присягают выпускники мединститутов, эти важные слова почему-то вычеркнули [55]. Правильно ли это?

Интеллектуальная перегрузка врачей («сверх моих сил и за пределами моего разумения») недопустима.

Почему? Потому что она порождает медицинские ошибки, влекущие за собой смерть, инвалидность или иной ущерб для пациентов.

Является ли эта проблема социально значимой? Несомненно. Опираясь на научный метод и идеи когнитивной эргономики, можно сделать вывод: *во имя безопасности пациентов необходимо превратить непосильную для врача интеллектуальную работу (порождающую врачебные ошибки) в посильную и, по возможности, безошибочную.*

Когнитивная
эргономика

Это эргономика познавательных и мыслительных процессов.

НАУКА О ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ОШИБКАХ

Научной основой для решения проблемы является эргономика, которая учит, как нужно бороться с человеческими ошибками в различных, прежде всего, технических областях деятельности человека.

В середине XX века – в процессе бурного развития техники и создания систем «Человек–Машина» – многочисленные ошибки операторов сложных технических систем (пилотов военной и гражданской авиации, опера-

торов атомных электростанций, химических реакторов, космонавтов) приводили к тяжелым и нередко трагическим последствиям.

Анализ этих ошибок породил эргономику и коренным образом изменил форму представления информации в системах «Человек – Техника». Это повысило наглядность сообщений, снизило чрезмерную нагрузку на человека-оператора и облегчило условия его работы. В итоге число ошибок резко сократилось.

Есть ли аналогия между ошибками операторов и ошибками врачей? Можно ли использовать новые формы представления информации, чтобы обеспечить безопасность пациентов? Да, можно.

Ниже показано, что эргономика – это хорошая идея для борьбы с медицинскими ошибками. Речь пойдет о применении эргономики для совершенствования медицинской литературы.

Медицинская
когнитивная
эргономика

Это ветвь эргономики, призванная усовершенствовать формы представления знаний в медицинской литературе. Она предназначена, чтобы студенты и врачи могли приобретать медицинские знания быстрее (за меньшее время), легче (с меньшими усилиями) и глубже. Приобретение знаний производится в процессе зрительного восприятия, осмысления, понимания и усвоения содержания медицинских учебников, руководств, стандартов, клинических рекомендаций и протоколов. Эффект достигается за счет использования более совершенных познавательных и мыслительных процессов.

ПУТЕШЕСТВИЕ В ШАПКЕ-НЕВИДИМКЕ. ЭССЕ ОБ ЭРГОНОМИКЕ

Инженерные психологи и эргономисты ввели важное понятие – Средства Отображения Информации (СОИ) [56–58]. Что это такое?

Наденем шапку-невидимку и, ловко проскользнув мимо охранников, проникнем в святая-святых – в зал управления ядерной электростанции. Понаблюдаем за работой здешнего гуру – оператора реакторного отделения [59]. Он священнодействует за пультом управления, на котором размещаются различные экраны, табло, транспаранты, мнемосхемы, сигнальные лампочки. Это и есть средства СОИ – глаза и уши оператора. Они предъявляют ему информацию о работе ядерного реактора в наиболее удобном виде.

Оператор должен хорошо знать, что творится внутри реактора. Если он, не дай Бог, чего-то не поймет, то может по ошибке выполнить неправильные действия, нажать не ту кнопку. Такая оплошность может привести к нежелательным и опасным последствиям.

Чтобы исключить ошибки, на атомной станции предпринимаются особые, уникальные меры. Надо не просто снабдить оператора надежной информацией. Этого мало. Нужно гарантировать полное и точное понимание человеком текущей обстановки.

В реакторном отделении протекают физические процессы умопомрачительной сложности (еще хуже, чем в медицине). Но информация об этих процессах, предъявляемая оператору, должна быть простой и предельно ясной.

Она должна исключать всякую возможность кривотолков. Поэтому средства СОИ проектируют по очень строгим правилам. Указанные правила разрабатываются на основании глубоких и тонких инженерно-психологических экспериментов [59–64].

Информация, которую получает оператор, должна:

- отображать реальную ситуацию в ядерном реакторе;
- учитывать закономерности и характеристики человеческого восприятия, памяти, мышления;
- быть наглядной, легкой для усвоения;
- соответствовать задачам трудового процесса по управлению реактором;
- соответствовать возможностям человека по приему информации.

Информацию, удовлетворяющую перечисленным требованиям, можно назвать эргономичной. Такая информация позволяет оператору уяснить суть проблемной ситуации быстро, без трудоемкого анализа.



Рис. 4а. Средства отображения информации на ядерной электростанции в Пакше (Венгрия)

НЕ ЗАСТАВЛЯЙТЕ МЕНЯ ДУМАТЬ!

Оператор вправе сказать: «Не заставляйте меня думать!» *над второстепенными вопросами, которые отвлекают меня от главного.* Это значит, что замысловатые и мудреные сообщения, которые требуют мучительных раздумий, должны быть полностью исключены. Сложная информация должна подаваться человеку в ясной и доходчивой форме, в заранее разжеванном виде, не требующем мысленного перекодирования на «свой» язык [60].

Благодаря этому, оператор получает информацию, которая обладает поистине бесценными свойствами. Она вносит ясность, всегда помогает, никогда не запутывает. Она облегчает умственную деятельность, позволяет устранить ошибки понимания, обеспечивает интеллектуальный комфорт. То есть создает для человека почти идеальные условия работы.

На основании теоретического анализа и обширного практического опыта специалисты по эргономике разработали правила, позволяющие разумно выбирать формы представления информации для человека-оператора [59–65].

Повторим
важную мысль

Благодаря применению эргономических (инженерно-психологических) методов в системах «Человек – Техника»:

- коренным образом изменились и улучшились формы представления информации для человека-оператора,
- чрезмерная сложность мышления человека была полностью исключена,
- работа оператора стала удобной и комфортной.

КАК УЛУЧШИТЬ РАБОТУ УМА ВРАЧЕЙ

В медицине следует поступить точно так же – коренным образом изменить и улучшить форму представления знаний в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.

Что значит «изменить и улучшить форму представления знаний»?

Известно, что «любой язык есть форма представления всех тех знаний, которые могут быть представлены на этом языке» [66]. Отсюда следует, что медицинский язык есть форма представления медицинских знаний. Таким образом, изменить и улучшить форму представления медицинских

знаний – значит *изменить, усовершенствовать и улучшить медицинский язык*.

Что значит «усовершенствовать язык»?

Можно ли его усовершенствовать? Или это в принципе невозможно? В свое время Эмиль Бенвенист писал: «Невозможно вообразить человека без языка и изобретающего язык» [67].

С тех пор утекло много воды. В мире накоплен огромный опыт создания искусственных языков. Автор этих строк в течение многих лет разрабатывал и совершенствовал языки для ракетно-космической отрасли. Что касается естественного языка, полезно изучить книгу Рубена Будагова «Что такое развитие и совершенствование языка?» [68].

Нет сомнения, что научно обоснованное усовершенствование медицинского языка позволит уменьшить чрезмерную интеллектуальную нагрузку на врача, сделать ее посильной и комфортной. И за счет этого существенно сократить количество врачебных ошибок [53].

Разумеется, *формы* представления знаний и информации для разных областей могут отличаться, но общий принцип – принцип эргономизации знаний – остается неизменным [69].

Специалист по медицинским алгоритмам, профессор Владимир Тавровский указывает: чтобы устранить противоречие между информационным взрывом, в условиях которого работает врач, и его ограниченными возможностями, «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения» [70]. Золотые слова!

Как уменьшить погрешности мышления? Какие методы когнитивной эргономики лучше использовать на практике? С ответами на эти вопросы можно познакомиться в книгах [71–75].

ЭРГОНОМИКА + АЛГОРИТМЫ: ВЫСТРЕЛ ДУПЛЕТОМ

Цель книги – облегчить жизнь врача и защитить его от неудач. В чем изюминка нашего метода? Тут не одна, а две изюминки. Первая – эргономика, вторая – алгоритмы.

Хитрость в том, что применять их надо не порознь, а вместе – получится взрывчатая смесь под названием *эргономичные алгоритмы*. Взрывной эффект состоит в том, что произойдет значительное облегчение работы врача.

Эргономичные алгоритмы имеют огромные преимущества и отличаются от обычных, как небо от земли. Обычные алгоритмы трудны для понимания (черт ногу сломит), а эргономичные, наоборот, воспринимаются легко и с удовольствием.

Заветная
мысль автора

Необходимо одновременно осуществить и эргономизацию, и алгоритмизацию медицинской литературы [53].

ВЫВОДЫ

1. Врачебные ошибки – сложное, недостаточно изученное и очень опасное явление. Ошибки могут повлечь за собой смерть, стойкую инвалидность или иной ущерб для пациентов.
2. Необходимо на научной основе разработать эффективные меры, позволяющие свести ошибки к минимуму.
3. Важный шаг к решению проблемы ошибок и безопасности пациентов сделан в Национальных академиях наук, техники и медицины США – в четырех докладах Института медицины [1–4], опубликованных в 2000, 2001, 2007 и 2015 годах.
4. Врачебные ошибки занимают одно из ведущих мест в структуре смертности населения США.
5. По рекомендациям Института медицины в конгрессе США были проведены слушания и приняты законы о безопасности пациентов.
6. Выводы и предложения Института медицины США являются важными, но недостаточными. Они не учитывают тот факт, что профессиональный медицинский язык имеет серьезный дефект и представляет опасность для пациентов.
7. Медицинские ошибки зависят от многих причин, в том числе, от недостатков медицинского языка.
8. Дефекты медицинского языка могут оказывать негативное и даже разрушительное воздействие на профессиональное мышление врачей, что является причиной ошибок.
9. Опираясь на достижения когнитивной эргономики и теории эргономичных алгоритмов, необходимо коренным образом изменить и улучшить форму представления знаний в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.
10. Научно обоснованное усовершенствование медицинского языка позволит уменьшить чрезмерную интеллектуальную нагрузку на врача, сделать ее посильной и комфортной. И за счет этого существенно сократить количество врачебных ошибок.

АХИЛЛЕСОВА ПЯТА МЕДИЦИНЫ И ПРОБЛЕМА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

НЕ ЧИТАЙТЕ ЭТУ ГЛАВУ!

В главе обсуждаются вопросы повышенной трудности:

- Кто хозяин понятия *алгоритм*: математики или медики?
- Есть ли принципиальное отличие между медицинскими и математическими алгоритмами? Если есть, в чем конкретно оно выражается?
- Возможен ли компромисс в споре медиков и математиков?
- В чем состоит проблема «неопределенности» в медицинской литературе?
- Является ли неопределенность источником врачебных ошибок?
- Можно ли снизить или устранить неопределенность с помощью «медицинских алгоритмов высокой точности»?
- Должны ли руководители здравоохранения создать условия для решения проблемы неопределенности?

Подобные вопросы интересуют далеко не всех. Если вам не интересно, главу можно пропустить.

НА СВОЙ СТРАХ И РИСК

Что такое алгоритм? Это строгое и чрезвычайно важное математическое понятие. Оно вступает в острое противоречие со свободным, творческим, неформальным стилем медицинского мышления. Стилем, который формировался в процессе длительного исторического развития в течение тысячелетий со времен Гиппократов.

Алгоритм – символ безукоризненной математической строгости и точности. Такой точности (алгоритмической точности клинического мышления) медицина никогда не знала. Алгоритмическая точность является «фантастической», немислимой для врачей.

Вместе с тем, наиболее дальновидные представители медицинского сообщества интуитивно чувствовали, что в понятии алгоритма таится гигантская мощь, потрясающая взрывчатая сила, которая со временем может принести здравоохранению огромные выгоды.

Они на свой страх и риск начали применять слово *алгоритм* в медицинской литературе как полезную метафору, действуя скорее по наитию, как алхимики и заговорщики, а не как ученые. Формально это было неправильно, потому что медицинский алгоритм не имеет почти ничего общего с настоящим математическим алгоритмом.

Подчеркнем: никто и никогда не пытался обосновать и доказать возможность и необходимость введения понятия «алгоритм» в медицину. Это было чисто интуитивное прозрение энтузиастов, которое ворвалось и воплотилось в жизнь незаконно, стихийно, явочным путем, как нелегальные мигранты в современную Европу.

СМЕНА ЭПОХ В МЕДИЦИНЕ

Хотя формально использование нового понятия было неправильным, но в стратегическом смысле это была мудрая и многообещающая инициатива. Нет сомнения, что она знаменует прорыв в медицинской науке – прорыв, который пока еще не состоялся, но который, по-видимому, произойдет в скором будущем.

Инициатива не пропала даром. В медицинских трудах, руководствах и образовательных стандартах метафора (или, если угодно, термин) *алгоритм* получил прописку, укоренился, пустил ростки и молодые побеги. Он стал успешно размножаться, почковаться и часто применяться.

Похоже на то, что в медицине происходят скрытые тектонические процессы огромной важности. Мы, по-видимому, являемся свидетелями смены эпох. Заканчивается эпоха полифонии, непримиримых разногласий медицинских школ и приблизительности. Начинается эпоха международной стандартизации, внедрения методов высокой точности и доказательной медицины.

ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ ВРАЧАМИ И МАТЕМАТИКАМИ. ПОДДЕЛКА ПОД АЛГОРИТМ

Ясно, однако, что противоречие никуда не исчезло. Медицинский алгоритм по-прежнему был и остается неточным и приблизительным. Это никакой не алгоритм, а всего лишь суррогат алгоритма. Полезный и необходимый, но все-таки суррогат. По мнению математиков, его никак нельзя считать настоящим алгоритмом.

Можно ли устранить это поистине серьезное противоречие между врачами и математиками? Можно ли сблизить позиции двух древнейших и столь нужных человечеству наук (медицины и математики), чтобы найти разумный компромисс? Можно ли решить спор, возникший из-за понятия алгоритм, путем беспристрастных логических рассуждений?

Да, это возможно, если обе стороны готовы пойти на уступки. Попробуем разобраться.

НЕУДАЧНОЕ И НЕПРИЕМЛЕМОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМИНА «АЛГОРИТМ» В МЕДИЦИНЕ

Понятие *алгоритм* в медицинском мире не имеет строгого определения, допускает различные толкования и графические представления. Стандартизация отсутствует. Господствует разногласие. Кто в лес, кто по дрова [76–82].

Начнем со случаев, где термин *алгоритм* употребляется правильно или почти правильно:

- в медицинском программировании;
- в автоматических медицинских вычислениях по формуле. Вычислительные услуги такого рода в режиме онлайн оказывают, например, коммерческая фирма «Медицинские алгоритмы» MEDAL (The Medical Algorithms Company). Она продает врачам доступ к программам, которые именуются «медицинскими алгоритмами». В базе данных фирмы хранится двадцать тысяч алгоритмов, которыми она торгует [83].

Оба эти случая нас не интересуют и далее не рассматриваются, так как они относятся к медицинской информатике, которая выходит за рамки книги.

Вернемся к нашей основной теме – анализу медицинской литературы. Не будет преувеличением сказать, что врачи во многих случаях используют термин *алгоритм* некорректно, скорее, как дань моде, не до конца понимая его глубинный смысл.

Главный недочет большинства медицинских трактовок понятия *алгоритм* – отсутствие необходимой точности, приблизительность, недосказанность, смысловые лакуны, отсутствие нужных уточнений, отсутствие важных деталей, подробностей и условий.

В медицинских учебниках, стандартах, руководствах и пр. используются неточные, приблизительные, неудовлетворительные описания медицинских алгоритмов. Подобные описания нарушают элементарные алгоритмические и эргономические правила, провоцируют врачебные ошибки и опасны для пациентов.

Все эти погрешности зачастую исключают возможность воспроизвести алгоритм, опираясь на его описание. Это значит, что нельзя воспроизвести (повторить) процессы диагностики и лечения, используя только

алгоритмы. Потому что указанные процессы описаны в алгоритмах далеко не полностью.

ПРОПАСТЬ МЕЖДУ НАСТОЯЩИМ И МЕДИЦИНСКИМ АЛГОРИТМОМ

Настоящий математический алгоритм можно воспроизводить (повторять) сколько угодно раз с абсолютной точностью. Возьмем для примера детский алгоритм сложения столбиком.

$$\begin{array}{r} 37 \\ + 21 \\ \hline 58 \end{array}$$

Выучив правила сложения в начальной школе, человек приобретает умение складывать числа с нужной точностью. Почему?

Алгоритм сложения столбиком содержит в себе все указания, необходимые для этого. По этой причине алгоритм сложения может выполнять кто угодно, даже электронный робот, калькулятор или компьютер.

Медицинский алгоритм устроен иначе. Он содержит в себе лишь часть указаний, а остальные подразумевает (утаивает), рассчитывая на догадливость живого человека.

Поэтому *алгоритм ведения пациента при нормотензивной глаукоме* нельзя возложить на робота. Для этого непременно нужен врач, профессиональный офтальмолог.

МОЖНО ЛИ ИСПРАВИТЬ ПОЛОЖЕНИЕ И УВЕЛИЧИТЬ ТОЧНОСТЬ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ?

Да, можно. Однако, чтобы коренным образом поправить дело и достичь желаемого эффекта, точность (определенность) алгоритмов следует повысить не чуть-чуть, а кардинально.

Это очень жесткое требование. Алгоритмы, представленные в мировой медицинской литературе, не удовлетворяют требованию точности, за редким исключением. Врачи не умеют описывать точные алгоритмы и не понимают, что это такое. Подчеркнем: точность алгоритмов – совершенно новое, неслыханное, беспрецедентное для врачей требование.

Согласно развиваемой идее, прежние (неточные, не полностью определенные) описания медицинских алгоритмов должны со временем отмереть, навсегда сойти со сцены. И уступить место принципиально новому типу алгоритмов – *медицинским алгоритмам высокой точности*.

Здесь имеется в виду, что *точность алгоритма* – синоним термина «определенность (детерминированность) алгоритма».

НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПРАВИЛЬНУЮ ТЕРМИНОЛОГИЮ

С математической точки зрения, медицинский алгоритм – это совсем не алгоритм. А что же это такое? Это всего лишь *алгоритмическое предписание* (algorithmic prescription), то есть (по сравнению с алгоритмом) вещь ущербная, неполноценная, второсортная.

Между алгоритмом и алгоритмическим предписанием лежит глубокая пропасть, маракотова бездна. Наша задача – построить мост через эту пропасть, мост взаимопонимания между медиками и математиками.

Прежде всего, следует внести ясность в терминологию. Мы будем опираться на тезис, который сформулировал математик Николай Непейвода:

Необходимо различать алгоритм и алгоритмическое предписание, имеющее внешнюю форму алгоритма, но включающее не до конца определенные шаги» [217].

На этот счет существует обширная литература, восходящая к пионерской работе Льва Ланды «Алгоритмизация в обучении» [84]. Ланда первым указал различие, но мы предпочитаем более точную формулировку Непейводы¹.

Тезис Ланды-Непейводы создает научный фундамент для четкого разграничения медицинских и математических алгоритмов.

ЧТО ТАКОЕ «ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ» АЛГОРИТМА

Определенность говорит о том, что каждое указание алгоритма должно быть точным, четким, однозначным и не оставлять места для случайных, произвольных толкований и действий.

В тезисе Непейводы есть фраза «не до конца определенные шаги». Что она означает?

Смысл в том, что в алгоритмическом предписании (читай – в ущербном, неполноценном алгоритме) отсутствует надлежащий порядок. Некоторые правила описания и выполнения шагов алгоритма или не указаны, или неизвестны, или неудобны, или непонятны, или не соблюдаются.

По сути дела, это игра без правил. Или с плохими, не до конца продуманными правилами.

¹ Приведем исходную формулировку Льва Ланды: «В отличие от алгоритмов в строгом математическом смысле, алгоритмические предписания допускают правила, которые обращены не только к формальным, но и к содержательным операциям... Понятие предписания алгоритмического типа является менее точным (в математическом смысле), чем понятие алгоритма» [220].

Повторим еще раз: в алгоритмическом предписании (в отличие от истинного алгоритма) нет необходимой точности, нет однозначности. Поэтому читатели алгоритмического предписания испытывают трудности и могут понять его смысл неправильно, неоднозначно, превратно, и так и эдак.

ДВА ПОУЧИТЕЛЬНЫХ ПРИМЕРА

Пример 1. На книжной полке много книг. Одна из них с красным переплетом. Рассмотрим просьбу, точнее команду, обращенную к случайному гостю:

– Достаньте красную книгу.

Эту команду можно выполнить абсолютно точно (конечно, если гость не будет упираться). В условии сказано: На полке среди множества книг только одна имеет красный переплет. Следовательно, команда представляет собою строгий алгоритм.

Пример 2. Изменим условия и добавим на полку еще одну красную книгу.

Снова звучит команда:

– Достаньте красную книгу.

В отличие от предыдущего случая, появилась *неопределенность*. Неясно, какую из двух красных книг следует взять. Разные люди, выполняя команду, могут предпочесть разные книги.

Наша команда имеет следующие характеристики.

1. Она точно определяет действие, которое нужно выполнить («Достаньте»).
2. Она точно определяет класс объектов, из которых следует сделать выбор (класс «книги на книжной полке»).
3. Она четко указывает критерий, который следует использовать при выборе искомого объекта («книга в красном переплете»).

В предыдущих пунктах точно и однозначно указаны три характеристики. Тем не менее, критерий не является достаточным для того, чтобы человек смог выбрать нужную книгу из двух книг, отвечающих критерию.

Таким образом, перечисленные характеристики не позволяют точно описать действие, ведущее к правильному результату. Команда «Достаньте красную книгу» содержит некоторую степень неопределенности. Поэтому результат действия может оказаться неправильным.

Степень неопределенности, пусть даже небольшая, является глубинным источником многих человеческих ошибок.

ЧТО ЭТО ОЗНАЧАЕТ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К МЕДИЦИНЕ

Содержание предыдущего параграфа взято из книги «Парадигмы инструктивного развития» (Instructional Development Paradigms) [85], в которой,

в частности, акцентируется внимание на алгоритмическом, пошаговом (step-by-step) подходе к приобретению знаний. Мы убедились, что неточность и неопределенность являются опасными и в ответственных случаях их следует избегать.

Медицина, несомненно, является ответственным делом, поскольку врачебные ошибки чреваты гибелью больных или нанесением им существенного вреда. Поэтому степень неопределенности в медицинской литературе (учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах) должна быть минимальной.

Можно ли этого добиться? Можно ли минимизировать степень неопределенности в медицинских изданиях? (Имеются в виду лишь те случаи, где наука располагает необходимыми знаниями).

Это чрезвычайно сложная задача. Для ее решения нужно многое изменить. Однако, если мы хотим сократить врачебные ошибки не на словах, а на деле, необходимо серьезно задуматься над проблемой неопределенности.

АХИЛЛЕСОВА ПЯТА МЕДИЦИНЫ

Неопределенность в медицинской литературе является глубинным источником многих врачебных ошибок. Образно говоря, неопределенность – ахиллесова пята медицинских публикаций.

Если мы согласны с Институтом медицины США (Institute of Medicine) в том, что *больницы не должны убивать людей*, значит, следует обратить пристальное внимание на проблему неопределенности.

Обострение ситуации с врачебными ошибками, настоятельное требование пациентов о безотлагательном обеспечении их безопасности (patient safety) подводит ученых и руководителей здравоохранения к необходимости принять решительные меры по устранению неопределенности в медицинской литературе.

Чтобы решить поставленную задачу и устранить неопределенность, необходимо использовать *медицинские алгоритмы высокой точности*.

Пояснение 1

- Медицинский алгоритм – это не алгоритм, а всего лишь алгоритмическое предписание.
- Это объясняется тем, что медицинский алгоритм не обладает свойством определенности (однозначности), которое является обязательным для алгоритмов.

Пояснение 2

- Задача состоит в том, чтобы кардинально повысить качество медицинских алгоритмов и в максимальной степени приблизить их свойства к образцу – к свойствам настоящих математических алгоритмов.
- Для решения этой задачи вводится понятие «медицинский алгоритм высокой точности».

СЦИЛЛА И МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Как проскочить между Сциллой и Харибдой? Сцилла следит за формальной строгостью медицинских алгоритмов, а Харибда обеспечивает удобочитаемость – чтобы алгоритмы были удобны для врачей. Это диаметрально противоположные требования. Чем больше строгость, тем труднее читать и понимать алгоритмы. И наоборот.

Проблема в том, что наша воображаемая Сцилла предъявляет чрезмерные требования. Она настаивает на строгой нотации типа Арден-синтаксиса (Arden Syntax), который используется в медицинском стандарте HL7 (Health Level 7) для определения и распространения медицинских знаний [86, 87].

Нет слов, для специалистов по медицинской информатике и программистов Арден-синтаксис – хорошее решение. Но для врачей он совершенно не пригоден. Нельзя врачей превращать в программистов.

В греческой мифологии Сцилла – чудовище с шестью головами, которыми она похитила шесть спутников Одиссея. Такой образ нам не подходит.

Поэтому заменим Сциллу на скромного часового с одной головой, который зорко следит за формальной строгостью алгоритмов, но, в отличие от безумной Сциллы, хорошо понимает, что для врачей арден-синтаксис – это каша с гвоздями.

По нашему мнению, недопустимо вводить арден-синтаксис (или что-то подобное) в систему медицинского образования. Для описания медицинских алгоритмов, которые будут изучать студенты-медики, нужен легкий и удобный язык.

ТРЕБОВАНИЯ К ЯЗЫКУ

Отсюда вытекают требования к языку для описания медицинских алгоритмов высокой точности. Последние должны быть:

- привлекательными и удобными для врачей;

- дружелюбными (people-friendly) по отношению к врачам;
- иметь текст на родном языке (а не на языке программирования).

Эти требования являются приоритетными и должны выполняться при всех условиях.

После этого можно начать разговор о строгости. Цель состоит в том, чтобы по возможности приблизиться к идеалу – к строгости математических алгоритмов:

- строгость алгоритмов должна быть обеспечена, но она должна быть «невидимой» и не создавать лишних трудностей для врачей;
- строгость должна быть обеспечена не с помощью формул, а с помощью графики (см. главы 4 и 8).

Иными словами, математика должна быть спрятана в графике и благодаря этому стать «невидимой». Как это сделать?

Медицинские алгоритмы следует рисовать не вручную, а с помощью специального графического ДРАКОН-конструктора, который не позволяет делать ошибки при разработке алгоритмов (см. главу 17).

МЕДИЦИНСКИЙ АЛГОРИТМ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ПОНЯТИЕ

До сих пор наши рассуждения шли по классической схеме и опирались на три тезиса.

1. Математический алгоритм – образец совершенства.
2. Медицинский алгоритм – ущербный, неполноценный, второсортный объект.
3. А раз так, нужно усовершенствовать его, равняясь на образец.

Отчасти это верно, но только отчасти.

Настало время взглянуть на проблему более глубоко и выделить главное. Суть в том, что медицинские алгоритмы обладают качественным своеобразием. От них зависит жизнь, здоровье и благополучие человечества. Это значит, что они не менее важны, чем математические алгоритмы. Следовательно, тезис 2 является ошибочным и должен быть исключен.

Медицинские алгоритмы нельзя считать ущербными, неполноценными и второсортными. Наоборот, они должны рассматриваться как важнейшее понятие медицины и самостоятельный объект научного исследования. При этом следует учитывать, что теория медицинских алгоритмов пока еще не существует, ее предстоит создать.

ВЫВОДЫ

1. Необходимо различать два понятия: алгоритм (математический алгоритм) и алгоритмическое предписание. Последнее имеет внешнюю форму алгоритма, но содержит не до конца определенные шаги.
2. Строго говоря, медицинский алгоритм – это не алгоритм, а всего лишь алгоритмическое предписание.
3. Тем не менее, термин «медицинский алгоритм» необходимо сохранить в связи с исключительной важностью этого понятия.
4. Недостаток существующих медицинских алгоритмов – отсутствие необходимой точности, приблизительность, отсутствие важных подробностей и условий. Другой недостаток – отсутствие свойства определенности (однозначности), которое является обязательным для математических алгоритмов.
5. Указанные недостатки являются одной из причин врачебных ошибок.
6. Задача состоит в том, чтобы повысить качество медицинских алгоритмов и по возможности приблизить их свойства к идеалу – к свойствам математических алгоритмов.
7. Математический алгоритм содержит в себе все указания, необходимые для его выполнения. В отличие от него, медицинский алгоритм содержит лишь часть указаний, а остальные опускает, рассчитывая на знания и сообразительность профессиональных врачей.
8. Проблема неопределенности в медицинской литературе является актуальной, поскольку она неблагоприятно отражается на здоровье населения.
9. Понятие «медицинский алгоритм высокой точности» (ДРАКОН-алгоритм) вводится для того, чтобы кардинально повысить качество медицинских алгоритмов, уменьшить неопределенность, снизить вероятность врачебных ошибок и обеспечить безопасность пациентов.
10. Прежние (неточные, не полностью определенные) описания медицинских алгоритмов должны со временем исчезнуть и уступить место принципиально новому средству – *медицинским алгоритмам высокой точности*.

АЛГОРИТМЫ ГИППОКРАТА

ВВЕДЕНИЕ

Наша цель – показать, что медицинский алгоритм выражает сущность лечебно-диагностического процесса и является одним из центральных понятий медицины.

Мы будем обосновывать и защищать эту мысль на протяжении всей книги.

Начнем с истории вопроса. История медицинских алгоритмов – это история медицинских действий и решений.

Переведем часы назад и попытаемся понять: когда на белом свете появились алгоритмы? Не исключено, что они зародились намного раньше, чем обычно принято считать.

Попутно решим еще одну задачу. Мы будем изучать тексты Гиппократов и иллюстрировать их на языке ДРАКОН. Сочинения Гиппократов удобно использовать для предварительного знакомства с этим языком. Все алгоритмы в данной главе изображены на ДРАКОНе.

СУЩЕСТВОВАЛИ ЛИ ВО ВРЕМЕНА ГИППОКРАТА МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ?

Знаменитый греческий врач Гиппократ, которого считают «отцом медицины», жил две с половиной тысячи лет назад. Он родился на 460 лет раньше Христа на острове Кос в Эгейском море. Его имя связано с собранием медицинских трактатов, известным как Гиппократов кодекс¹ [88].

Достанем эту внушительную книгу и откроем раздел «О женских болезнях». На странице 624 читаем:

¹ Связка старинных рукописей, подобно Библии, создана не одним лицом, а рядом древних авторов. Согласно Новой философской энциклопедии, «Именем Гиппократов названа наиболее известная коллекция древнегреческих медицинских текстов – «Гиппократов сборник» (72 сочинения)». Она собрана «в Александрийском музее не позднее 3-го века до нашей эры... и включает тексты различных школ» [224].

ПОДЛИННЫЙ ТЕКСТ ГИППОКРАТА

Когда месячные задержаны, бывает боль внизу живота; больной кажется, что у нее там тяжесть; она жестоко страдает поясницей и боком. Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни или если они густы, вязки, клейки, сначала нужно очистить желудок верхом и низом, потом очистить матку при помощи пессария, извлекающего кровь; затем дают промежуток, после чего прописывают слабительное, действующее на кровь; пусть больная пьет также кретмон в вине, настоянном на ветках сосны.

Если месячное истечение не происходит, ей может показаться, будто она беременна, и сношение с мужем болезненно, так что ей кажется нечто внутри, и в животе чувствуется тяжесть; живот выдается; у нее те же самые прихоти, как у беременной женщины [89].

Что представляет собой этот отрывок? Обычный медицинский текст? Или, может быть, древний алгоритм?

Разумеется, слово «алгоритм» Гиппократ не знает и не употребляет. Тем не менее, давайте подумаем: а не является ли описание в рамке алгоритмом?

Попытаемся сравнить текст Гиппократа с чертежом на рис. 5, где используется язык ДРАКОН. Легко заметить, что текст и рисунок имеют в точности одинаковый смысл. Это значит, что речь идет об одном и том же алгоритме. На рис. 5 алгоритм представлен в графической форме, а у Гиппократа тот же самый алгоритм записан в виде текста.

Если это верно, можно сделать любопытное замечание. Медицинские алгоритмы появились в глубокой древности – задолго до того, как человечество изобрело термин «алгоритм»². Всесторонний анализ Гиппократова кодекса подтверждает это предположение.

КАК ПЕРЕВЕСТИ АЛГОРИТМ ГИППОКРАТА В ГРАФИЧЕСКУЮ ФОРМУ

Любой хорошо описанный алгоритм можно преобразовать из текстовой формы в графическую. Для этого существуют принципы и правила.

² Слово *алгоритм* образовано от имени персидского математика Аль-Хорезми (около 783–850 гг.).

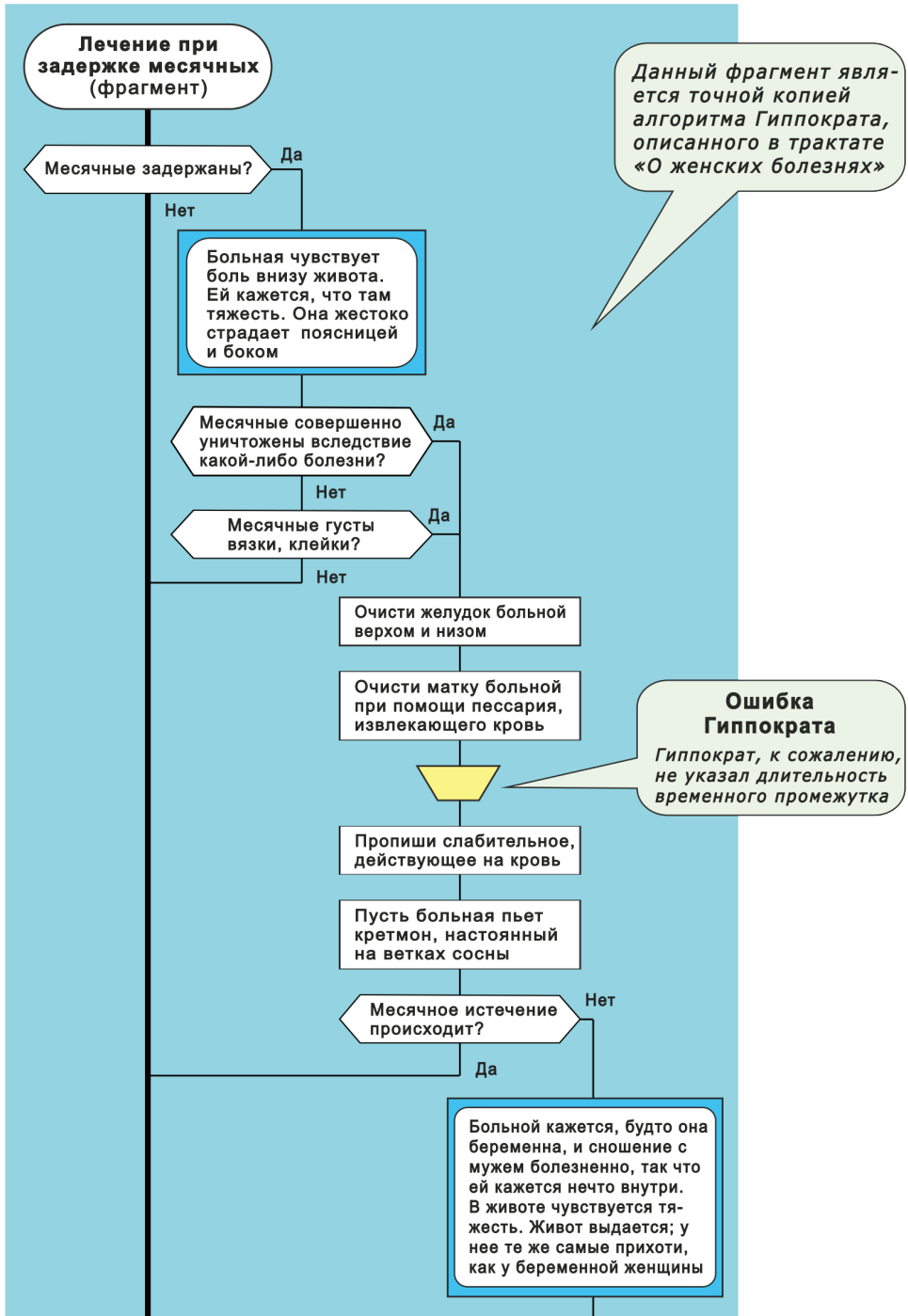


Рис. 5. Медицинский алгоритм Гипократа «Лечение при задержке месячных» на языке ДРАКОН [89]

- Принцип 1.* Выделите в тексте Гиппократов процедурные знания.
- Принцип 2.* Разбейте выделенную часть на элементарные порции (шаги).
- Принцип 3.* Каждый шаг поместите в отдельную графическую фигуру (икону).

Принципы определяют стратегию. Чтобы пользоваться ими на практике, нужны подробные правила.

Шаги алгоритма показаны на рис. 3 и 4. Шаги бывают разных типов. Гиппократ использует четыре типа:

1. Действия врача.
2. Условия (при которых выполняются действия).
3. Время (длительность паузы между действиями).
4. Комментарий к действиям (жалобы пациентки).

Типы можно увидеть на рис. 5. Чтобы они были наглядными и сразу бросались в глаза, для разных типов применяют фигуры разной формы:

- действия пишут в прямоугольниках,
- условия – в шестигранниках.
- время – в трапециях,
- комментарий – в фигурах с двойной рамкой.

ПРАВИЛЬНЫЕ ТЕРМИНЫ

Для удобства читателя все рисунки в книге построены по единым правилам с помощью единой терминологии, присущей языку ДРАКОН. Познакомимся с терминами.

Фигуры на рисунках называются *иконами*. Внутри икон пишут текст. Пустые иконы запрещены.

В алгоритмах Гиппократов имеются четыре типа икон (см. выноски на рис. 6):

- икона *Действие*,
- икона *Вопрос*,
- икона *Комментарий*,
- икона *Пауза*.

ИКОНА «ВОПРОС»

Мы подошли вплотную к тому, чтобы раскрыть главный секрет Гиппократов. Осталось протянуть руку и достать заветную шкатулку. Но перед этим следует кое-что пояснить.

В верхней части рис. 7 изображена икона Вопрос. Она называется так потому, что внутри нее пишут «да-нетный вопрос». То есть вопрос, на который можно ответить либо «Да», либо «Нет». Все другие ответы запрещены.

Вот примеры да-нетных вопросов: рана кровоточит? Утюг сломался? Вася купил хлеб? Поезд пришел? Преступника арестовали? Тетя приехала? «Спартак» выиграл? Эта лужа больше, чем та? На улице температура выше нуля?

Икона Вопрос имеет один вход сверху и два выхода: вниз и вправо. Выход влево запрещен и никогда не используется (рис. 7).

Бывают случаи, когда нужно выбрать одно медицинское действие из двух. В этом случае удобно использовать икону Вопрос. При ответе «Да» выполняется действие «Зажми рану и подержи 5 минут». При ответе «Нет» – «Наложить повязку».

Икона Вопрос нужна, чтобы сделать в алгоритме развилку. В этом легко убедиться, взглянув на рис. 7.

Иногда в алгоритме надо сделать не одну, а много развилок. Для этого используют несколько икон Вопрос – см. алгоритм на рис. 5.

МЕДИЦИНСКОЕ РЕШЕНИЕ И ИКОНА «ВОПРОС»

Из главы 1 мы знаем, что *медицинское решение* можно изобразить с помощью иконы Вопрос (см. рис. 4, шаги 1, 2, 4, 7).

Медицинское решение имеет сложную структуру. Как показано на рис. 7, в его состав входят четыре элемента:

- икона Вопрос;
- текст вопроса, записанный внутри иконы;

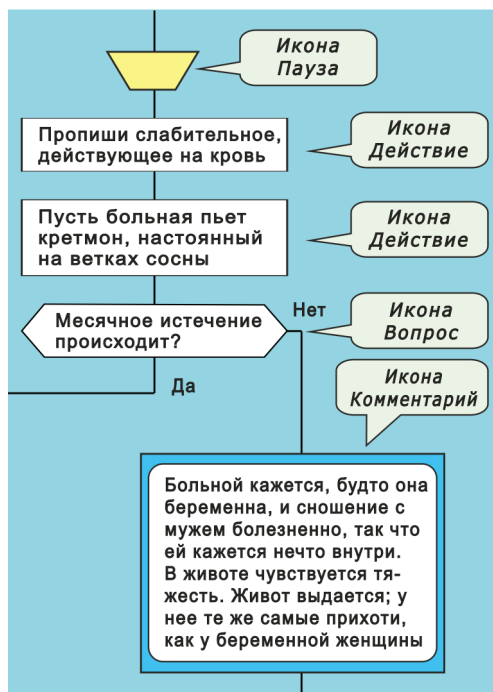


Рис. 6. Названия икон в алгоритме Гипократа

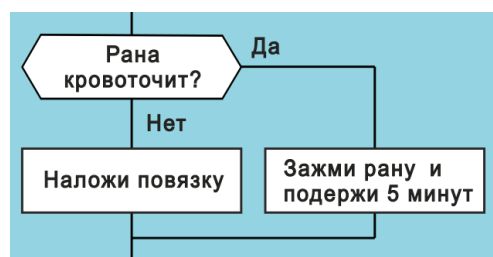


Рис. 7. Икона Вопрос

- выход из иконы, помеченный словом Да;
- выход, отмеченный словом Нет.

Решение состоит в том, что врач должен выбрать один из двух выходов иконы Вопрос. Проще говоря, он решает: Да или Нет? Если у пострадавшего из раны льется кровь – Да. Если крови не видно – Нет.

Медицинское решение принимают по отношению к конкретному больному.

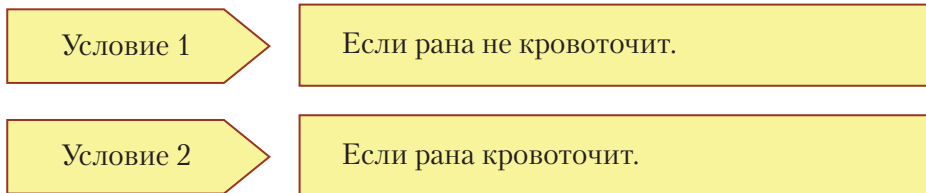
РЕШЕНИЕ И УСЛОВИЕ. ЧЕМ ОНИ ОТЛИЧАЮТСЯ?

Решение и условие – разные вещи. Парадокс в том, что в алгоритме они изображаются одинаково – с помощью иконы Вопрос. Как такое возможно?

Выше мы убедились, что да-нетный вопрос – один из четырех элементов решения. На рис. 6 таким является вопрос: «Месячное истечение происходит?», на рис. 7 – вопрос «Рана кровоточит?»

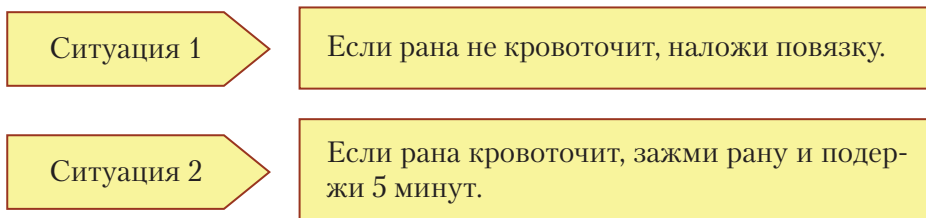
Любой да-нетный вопрос можно превратить в два условия. Почему два? Потому что одно условие описывает выход Да, другое – выход Нет.

Вопросу «Рана кровоточит?» в алгоритме на рис. 7 соответствуют условия:



Условие – это обстоятельство, от которого что-либо зависит. В данном случае от условия зависит медицинское действие.

Ситуация – это условие вместе с порождаемым действием. Алгоритм на рис. 7 описывает две ситуации.



Сопоставим еще раз текст Гиппократ с алгоритмом на рис. 5. Нетрудно заметить, что медицинские решения (в тексте и графике) записываются

по-разному. На рис. 5 решение показано в ясном и понятном виде. В тексте, наоборот, оно представлено в скрытой, замаскированной форме – как условие в виде придаточного условного предложения. Важно подчеркнуть, что второе условие (которое обязательно должно учитываться) в тексте не указано, хотя и подразумевается.

Вооружившись этими знаниями, можно приступить к анализу текста, записанного в рамке в начале главы.

Текст Гиппократов имеет четкую структуру. Вместе с тем, здесь есть подводный камень. Глядя на текст, человек как бы слепнет, потому что увидеть структуру глазами принципиально невозможно. Однако на рисунке она сразу видна во всей своей красе.

Ниже изложены правила перевода данного текста в алгоритм. Правила оформлены в виде 13 шагов. Удобнее всего начать с выявления условий.

КАК ПРЕОБРАЗОВАТЬ УСЛОВИЯ ГИППОКРАТА В АЛГОРИТМ

Шаг 1. Прочитайте текст Гиппократов и выявите все случаи, когда встречаются слова «Когда» и «Если». Они указывают на УСЛОВИЯ.

Шаг 2. Выпишите у Гиппократов все условия. Легко убедиться, что в цитируемом отрывке слова «Когда» и «Если» попадают в четырех местах:

1. Когда месячные задержаны.
2. Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни.
3. Если они густы, вязки, клейки.
4. Если месячное истечение не происходит.

Шаг 3. Превратите условия в да-нетные вопросы, удалив слова «Когда» и «Если». Получим:

1. Месячные задержаны?
2. Месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни?
3. Они густы, вязки, клейки?
4. Месячное истечение не происходит?

Шаг 4. Отредактируйте вопросы. Для этого замените местоимение «они» на слово «Месячные» и уберите отрицание «не»:

1. Месячные густы, вязки, клейки?
2. Месячное истечение происходит?

Шаг 5. Поместите каждый вопрос в икону Вопрос, как показано на рис. 5.

Шаг 6. *Проставьте частицы Да и Нет в нужных местах.*

Обратите внимание: у Гиппократa слова Да и Нет отсутствуют. Это значит, что в тексте Гиппократa явно описаны условия (но не решения). За шесть шагов мы превратили условия в решения.

Отсюда следует вывод: **условия всегда можно превратить в решения.**

КАК ПРЕОБРАЗОВАТЬ ДЕЙСТВИЯ ГИППОКРАТА В АЛГОРИТМ

Шаг 7. *Найдите у Гиппократa все ДЕЙСТВИЯ и выпишите их. В результате получим:*

1. **Сначала нужно** очистить желудок верхом и низом.
2. **Потом** очистить матку при помощи пессария, извлекающего кровь.
3. **После чего** прописывают слабительное, действующее на кровь.
4. Пусть больная пьет **также** кретмон в вине, настоянном на ветках сосны.

Шаг 8. *Превратите ДЕЙСТВИЯ в команды с помощью глагола в повелительном наклонении. Затем удалите лишние слова (словесный мусор): «сначала нужно», «потом», «после чего», «также».*

1. Очисти желудок верхом и низом.
2. Очисти матку при помощи пессария, извлекающего кровь.
3. Пропиши слабительное, действующее на кровь.
4. Пусть больная пьет кретмон в вине, настоянном на ветках сосны.

Шаг 9. *Поместите полученные команды в иконы Действие, как показано на рис. 5.*

КАК ПРЕОБРАЗОВАТЬ ВРЕМЯ В АЛГОРИТМ

Шаг 10. *Найдите у Гиппократa описания временных интервалов.*

«Затем дают промежуток, после чего...»

Шаг 11. *Поместите длительность временного промежутка в трапецию, как на рис. 5.*

К сожалению, здесь Гиппократ допускает алгоритмическую ошибку. Величину времени он не указывает.

КАК ПРЕОБРАЗОВАТЬ «ЖАЛОБЫ ПАЦИЕНТКИ» У ГИППОКРАТА В АЛГОРИТМ

Шаг 12. Найдите у Гиппократа описания жалоб больной. Получим:

1. Бывает боль внизу живота; больной кажется, что у нее там тяжесть; она жестоко страдает поясницей и боком.
2. Ей может показаться, будто она беременна, и сношение с мужем болезненно, так что ей кажется нечто внутри, и в животе чувствуется тяжесть; живот выдается; у нее те же самые прихоти, как у беременной женщины.

Шаг 13. Поместите каждую жалобу в икону Комментарий, как показано на рис. 5.

Завершив выполнение всех шагов, мы получили точный графический образ алгоритма Гиппократа, представленный на рис. 5.

РАЗВИЛКИ В АЛГОРИТМЕ ГИППОКРАТА

Для дальнейшего анализа нам понадобится часть алгоритма, извлеченная из рис. 5 и показанная на рис. 8.

Мы видим, что Гиппократ использует *развилки*. Развилка – очень удобный и полезный прием. Линейные (неразветвленные) алгоритмы (см. рис. 1), встречаются крайне редко.

Проблема в том, что разветвления трудны для понимания. Более того, они опасны и являются источником врачебных ошибок. Во избежание неприятностей, нужно знать метод предотвращения ошибок. Начнем с того, что изучим правила изображения, чтения и понимания развилок.

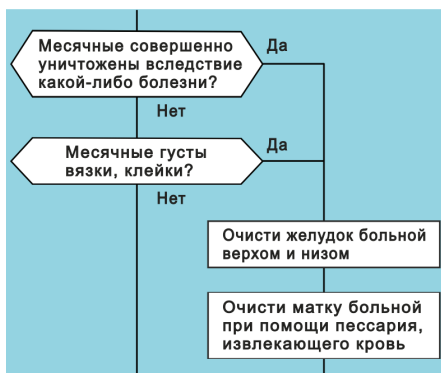


Рис. 8. Развилки в алгоритме Гиппократа

МАРШРУТЫ В АЛГОРИТМЕ ГИППОКРАТА

Алгоритм Гиппократа очень удобен для анализа. Попробуйте ответить на вопросы:

- Сколько маршрутов на рисунке 8?
- Как идет каждый маршрут?

Чтобы помочь читателю, подсказка дана на рис. 9. Мы видим три маршрута (три цветных стрелки). Каждый маршрут показывает движение сверху вниз – от начальной точки к конечной.

От чего зависят маршруты? Как они образуются?

Маршруты зависят от ответов на вопросы.

Если на оба вопроса дан ответ Нет, ситуацию описывает левый маршрут – лиловая стрелка, проходящая через точку А.

Если на верхний вопрос ответ Нет, а на нижний Да, возникает средний маршрут – зеленая стрелка через точку В.

Наконец, если на верхний вопрос ответ Да, получим правый маршрут – коричневую стрелку через точку С.



Рис. 9. Маршруты в алгоритме Гиппократ

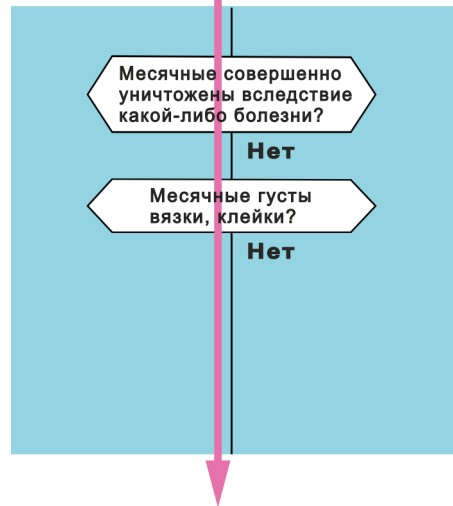


Рис. 10. Маршрут Нет–Нет

АНАЛИЗ КАЖДОГО МАРШРУТА

Маршруты следует анализировать по очереди. Сначала один, потом другой, затем третий. Чтобы не запутаться, изобразим каждый маршрут на отдельном рисунке.

Для этого выберем на рис. 9 левый (лиловый) маршрут и поместим его на рис. 10. Точно так же средний (зеленый) маршрут перенесем на рис. 11, а правый (коричневый) – на рис. 12.

Заодно мы осуществили «стриптиз» и удалили все лишнее. На рис. 10 у обеих икон Вопрос оставлен только один выход, а второй удален. Полученный маршрут можно назвать «Нет–Нет».

Это означает, что (на этом маршруте) лечащий врач уже принял два решения.

Верхнее решение «Нет» означает, что у больной месячные сохраняются.

Нижнее «Нет» указывает, что месячные нормальны; они вовсе не являются густыми, вязкими, клейкими. Это хороший, благоприятный для пациентки маршрут.

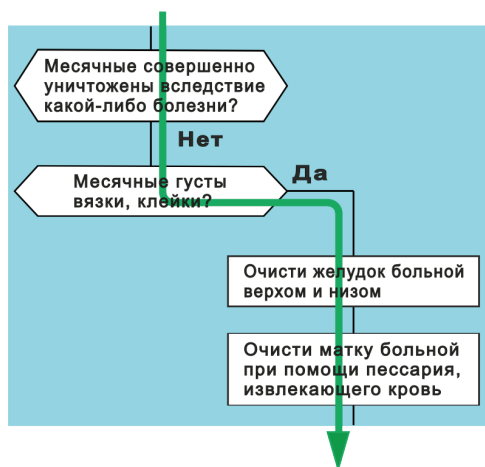


Рис. 11. Маршрут **Нет–Да**

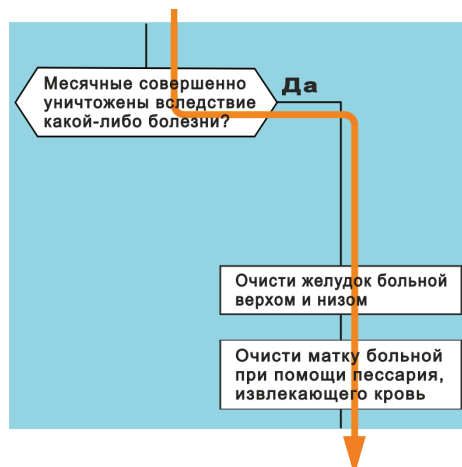


Рис. 12. Маршрут **Да**

Остальные два маршрута, представленные на рис. 11 и 12, не благоприятны. Маршрут «Нет–Да» на рис. 11 говорит о том, что месячные, хотя и сохраняются, но явно ненормальны: они густы, вязки, клейки. Наконец, маршрут «Да» рис. 12 свидетельствует, что месячные «совершенно уничтожены» из-за болезни.

Как различать маршруты? По ответам на вопросы:

- Маршрут **Нет–Нет**.
- Маршрут **Нет–Да**.
- Маршрут **Да**.

Проведенный анализ хорош тем, что направлен на предотвращение врачебных ошибок. Врач должен назубок знать все маршруты алгоритма и понимать, чем они отличаются друг от друга. Если врач досконально изучит все эти тонкости, он вряд ли ошибется.

ВОЗРАЖЕНИЯ МУДРОГО СКЕПТИКА

В этот момент дверь открылась и раздался ироничный голос Скептика:

– Должен-то он должен. Врач много чего должен. А сможет ли он выполнить то, что должен? Является ли задача посильной для него?

– До сих пор, на протяжении всей истории медицины, – продолжал Скептик, – ученые заботились лишь о том, чтобы «запихнуть» в голову врача побольше знаний, упирая на ДОЛГ и подкрепляя его Клятвой Гип-

пократа. И никто не интересовался вопросом: А сможет ли врач выполнить свой ДОЛГ *без ошибок?*

На протяжении тысячелетий, включая почти весь XX век, статистика ошибок не существовала. Это значит, что обратная связь полностью отсутствовала.

– К чему это привело? – возвысил голос Скептик. – К тому, что врачебные ошибки превратились во всемирное бедствие. Благодаря докладам Института медицины США выяснилось, что медицина нередко убивает пациентов. Врачи ошибаются так же часто, как и все остальные люди. Попытка защититься от ошибок с помощью долга, клятв и наказаний недостаточна. Предложения Института медицины также не достаточны.

– Врачи живые люди, и они нуждаются в помощи. Помощь нужна, чтобы не ставить врачей в ложное положение. Чтобы помочь им сохранить чувство собственного достоинства. Врачи любят свою работу и гордятся ею. Медицинские ошибки, от которых пострадал пациент, являются сильнейшей психологической травмой для врача. Необходимо сделать все возможное, чтобы защитить врачей от подобных травм.

Для этого прежние средства и методы не достаточны или не пригодны. Нужны дополнительные, специально разработанные меры, позволяющие уменьшить вероятность ошибок. Приблизиться к цели позволяет метод частных улучшений. Одним из таких средств является графическое представление алгоритмов. Можно показать, что графика – хорошее подспорье для защиты от врачебных ошибок.

ПРЕИМУЩЕСТВА ГРАФИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Мы провели тщательный анализ маршрутов с помощью пяти рисунков (рис. 8–12). Причем мы подвергли анализу лишь маленький кусочек алгоритма на рис. 5.

Вернемся к истокам и еще раз сравним текст Гиппократ (в рамке) и графический алгоритм на рис. 5. Можно ли проследить маршруты алгоритма, глядя на текст? Нет, это невозможно. Час смотри, два смотри, все равно не увидишь.

Повторим: врач, читая текст, как бы слепнет, потому что текст скрывает маршруты и делает их невидимыми. Иная ситуация на рис. 5. Маршруты отчетливо видны. Их можно анализировать. По каждому маршруту можно провести пальцем, карандашом или указкой от начала до конца.

В электронном варианте можно обойтись без пальца. Глядя на экран компьютера, можно проследить как подсвеченная икона, словно солнечный зайчик, перемещается по заданному маршруту от начальной точки к концу алгоритма. Электронным способом можно без труда выявить и в динамике показать все маршруты.

Чем хорош графический алгоритм по сравнению с текстом? Он позволяет быстрее понять и легче запомнить материал. По этой причине его следует предпочесть в качестве средства предотвращения врачебных ошибок.

Медицинские алгоритмы должны войти в плоть и кровь каждого врача.

СЛОЖНЫЕ УСЛОВИЯ У ГИППОКРАТА

В медицинской литературе встречаются простые и сложные условия. Чем сложнее условие, тем больше вероятность путаницы и врачебной ошибки. Желательно расчленять сложные условия, чтобы превратить их в простые.

Рассмотрим составное условие в тексте Гиппократ:

«Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни **ИЛИ** если они густы, вязки, клейки...».

Нетрудно сообразить, что данная фраза состоит из двух простых условий:

1. «Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни»
2. «Если они густы, вязки, клейки».

Условия соединены с помощью союза «или», который в данном случае обозначает логическую операцию **ИЛИ**.

Операция **ИЛИ** – самый простой случай логического умозаключения. Рассмотрим его подробнее.

ПРИНЦИП «РАЗРЕЖЬ ВЕЛИКАНА»

Можно ли избавиться от сложного условия? Можно. Для этого служит принцип «Разрежь великана», где под великаном подразумевается сложное условие. Данный принцип позволяет уменьшить сложность и снизить вероятность врачебной ошибки за счет:

- дробления текста на мелкие порции,
- преобразования текста в графику.

Выше мы расчленили сложное условие Гиппократ на две простые части.

Поедем дальше, превратим текст в графику и взглянем на рис. 5 и 8. Ни там, ни там мы не обнаружим сложного условия. Оно бесследно исчезло. Куда же оно делось?

Оно разбилось на две симпатичные дольки и превратилось в два вопроса. Причем каждый вопрос записан в отдельной иконе Вопрос.

В наглядной форме ситуация показана на рис. 13. Вместо сложного условия мы видим два маршрута, изображенные зеленой и коричневой стрелкой. В верхней части рис. 13 маршруты разветвляются, затем (после точек В и С) они сливаются. И порождают одни и те же действия:

- «Очисти желудок больной верхом и низом».
- «Очисти матку больной при помощи пессария, извлекающего кровь».

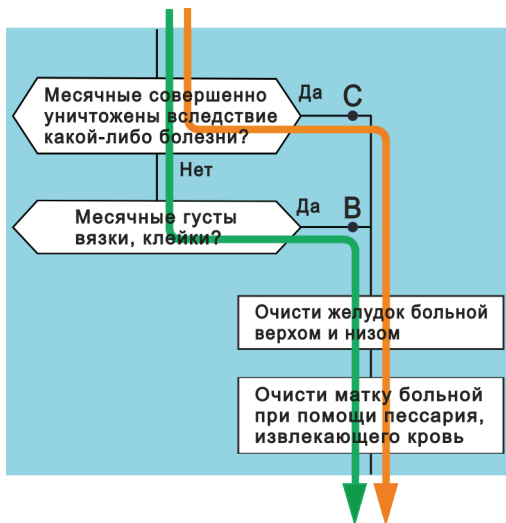


Рис. 13. Сложное условие Гиппократ превратилось в две иконы Вопрос

Мы убедились, что принцип «Разрежь великана» позволяет решить поставленную задачу: расчленить сложное условие в тексте Гиппократ и «уничтожить» его.

Зачем это сделано? Зачем мы раздробили сложное условие?

Сложное условие неудобочитаемо и провоцирует ошибки. Читатель может понять смысл неправильно. Чтобы этого не случилось, в языке ДРАКОН предусмотрена возможность полностью исключить сложные условия.

СЛОЖНОЕ УСЛОВИЕ В ИКОНЕ «ВОПРОС»

На рис. 14 нарочно показан плохой пример. Ошибка в том, что в иконе Вопрос записан сложный вопрос, эквивалентный сложному условию. Две части вопроса связаны союзом «или».

Что же в этом плохого? Сравним рисунки 8 и 14, которые имеют одинаковый смысл.

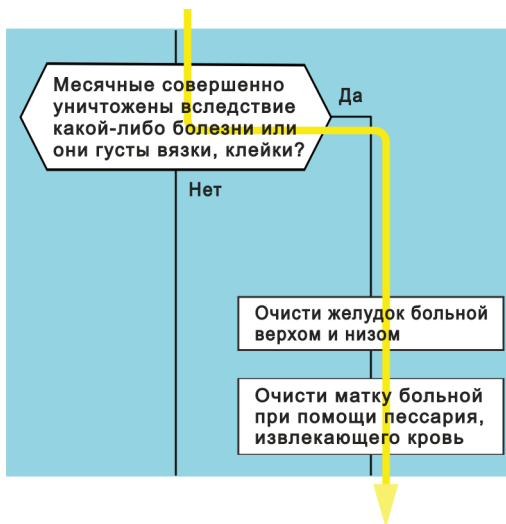


Рис. 14. Сложное условие Гиппократ размещено в одной иконе Вопрос

На рис. 8 сложное условие удалено и заменено на два простых вопроса. На рис. 14, напротив, сложное условие оставлено в неприкосновенности; оно «втиснуто» в одну икону Вопрос.

В качестве критерия для сравнения выберем длину вопроса, то есть число слов в вопросительном предложении. На рис. 8 два вопроса длиной 6 и 4 слова соответственно. На рис. 14 один вопрос длиной 11 слов.

Правило 1

В иконе Вопрос желательно иметь минимальное число слов.

В соответствии с Правилом 1 длинный вопрос (11 слов) на рис. 14 является нежелательным; следует предпочесть два коротких вопроса, показанные на рис. 8.

Правило 2

- В иконе Вопрос нельзя писать сложное условие.
- Сложное условие надо раздробить на простые условия.
- Каждое простое условие следует преобразовать в вопрос и записать в отдельной иконе Вопрос.

В соответствии с Правилом 2 в языке ДРАКОН рекомендуется полностью исключить логическую операцию **ИЛИ** из текста, размещенного внутри иконы Вопрос. Больше того. Рекомендация касается не только операции **ИЛИ**, но и любых других, сколь угодно сложных логических операций.

В заключение сравним рисунки 13 и 14, которые имеют одинаковый смысл. Два маршрута (зеленый и коричневый) на рис. 13 эквивалентны одному (желтому) маршруту на рис. 14.

Рисунок 13 является предпочтительным, потому что содержит простые вопросы, лишённые логических операций. И, наоборот, рисунок 14 следует считать нежелательным из-за чрезмерно сложного текста в иконе Вопрос.

ОБЩЕИЗВЕСТНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ

(Пропустите этот параграф)

Базовыми элементами, которыми оперирует алгебра логики, являются высказывания.

Высказывания строятся над множеством $\{B, \neg, \vee, \wedge, 0, 1\}$, где B – множество, состоящее из двух элементов: $B = \{ \text{Истина}, \text{Ложь} \}$.

Над элементами множества B определены три операции:

\neg отрицание (операция **НЕ**),

$\&$ конъюнкция (операция **И**),

\vee дизъюнкция (операция **ИЛИ**),

а логический ноль **0** и логическая единица **1** – константы.

Как правило, в математических выражениях **Истина** отождествляется с логической единицей **1**, а **Ложь** – с логическим нулём **0**.

В БЕЛОМ ПЛАЩЕ С КРОВАВЫМ ПОДБОЕМ... ПОНТИЙ ПИЛАТ И ИСТИНА

Истина сложное понятие. Понтий Пилат был первым, кто понял это. Беседуя с живым Богом, он поставил вопрос ребром: «Что есть истина?» [90].

Михаил Булгаков в «Мастере и Маргарите» не согласился с евангелистом Иоанном и придумал сказание об Иешуа Га-Ноцри, где Понтий Пилат обсуждает проблему истины на бытовом уровне:

– Зачем же ты, бродяга, на базаре смуцал народ, рассказывая про истину, о которой ты не имеешь представления? Что такое истина? [91].

С тех пор прошло две тысячи лет, но на вопрос Пилата никто так и не ответил.

Математическая трактовка истины, принятая в алгебре логики, где истина объявляется логической единицей, слишком сложна и доступна далеко не всем.

Большинство людей, отвечая на вопрос «У тебя деньги есть?», говорят «Да» или «Нет». И это правильно.

Однако программисты и другие специалисты, следуя правилам математической логики, поступают по-другому. Отвечая на тот же самый вопрос, они говорят: «Истина» или «Ложь». В данном случае термины «Истина», «Ложь» слишком трудны и запутывают дело.

В языке ДРАКОН этот недостаток устранен. И принято правило: логические понятия «Истина» и «Ложь» заменены на «Да» и «Нет» [92].

Слова Да и Нет намного проще и всем понятны. Они хорошо известны даже детям дошкольного возраста.

ЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ГИППОКРАТА

Выделим еще раз небольшой фрагмент у Гиппократе и поместим его в рамку:

ЛОГИЧЕСКОЕ РАССУЖДЕНИЕ ГИППОКРАТА

Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни или если они густы, вязки, клейки, сначала нужно очистить желудок верхом и низом, потом очистить матку при помощи пессария, извлекающего кровь.

Используя формализм Джона МакКарти [93], этот фрагмент можно записать в виде формулы (1):

ЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ГИППОКРАТА

Если $(A \vee B = \text{да})$ то C затем D

(1)

- где
- A** – да-нетный вопрос «Месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни?»
 - B** – да-нетный вопрос «Месячные густы, вязки, клейки?»
 - C** – действие «Очисти желудок верхом и низом».
 - D** – действие «Очисти матку при помощи пессария, извлекающего кровь».
 - \vee** – знак логической операции **ИЛИ** (дизъюнкция).
 - то** – логическое следование.
 - затем** – знак последовательности действий.

Пояснение. Формула **C затем D** означает следующее: сначала выполняется действие **C**, затем выполняется действие **D**.

Мы убедились, что рассуждение Гиппократова обладает строгой логикой и может быть представлено в виде математической формулы.

Возникает вопрос: является ли формула (1) полезной для врачей?

На первый взгляд, нет, не является. Глядя на формулу (1), врач не получает никакой выгоды.

Однако первое впечатление обманчиво. Парадокс в том, что смотреть на формулу (1) нет необходимости. Она предназначена совсем не для того, чтобы на нее любоваться.

НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА ТВОРИТ ЧУДЕСА

В языке ДРАКОН используется принцип «невидимой» математики, который позволяет:

- «тайком от врачей» использовать логическую формулу Гиппократта (1) в медицинском алгоритме Гиппократта (рис. 8, 9) с целью предотвращения врачебных ошибок;
- при этом формула (1) становится полностью невидимой;
- алгоритм Гиппократта работает в точном соответствии с формулой (1), несмотря на то, что увидеть эту формулу глазами невозможно;
- формула (1) убрана с глаз долой и «спрятана» в графических линиях алгоритма Гиппократта (рис. 8, 9).

Это значит, что графика алгоритма Гиппократта на рис. 8 и 9 построена по строгим математическим законам в соответствии с логической формулой (1).

Мы объяснили *принцип невидимой математики* на конкретном примере, показанном на рис. 8 и 9. Следует отметить, что этот принцип обладает большими возможностями, о которых пойдет речь в последующих главах.

Преимущество в том, что при чтении ДРАКОН-алгоритма можно забыть об алгебре логики и ничего о ней не знать. Нужно лишь научиться проводить пальцем или карандашом от начала до конца алгоритма и, встретив развилку, уметь отвечать Да или Нет на простые (да-нетные) вопросы.

СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК ПЕРВОИСТОЧНИК ВРАЧЕБНЫХ ОШИБОК

Медицина древняя наука. Недостатки современной медицины берут начало в древности и частично сохранились до сих пор. Речь идет о вещах, порождающих врачебные ошибки и опасные для пациентов.

В основе современных представлений о борьбе с врачебными ошибками лежит неявное предположение, что причины ошибок кроются в медицинских учреждениях (health care organizations), а не в медицинском образовании.

На самом деле, это не совсем так. Ошибки действительно происходят в медицинских учреждениях, но глубинным источником многих (хотя и не всех) ошибок являются дефекты в системе медицинского образования. Имеются в виду дефекты медицинской литературы и медицинского языка.

В этой главе мы рассмотрим два недостатка и проиллюстрируем их примерами из Гиппократта:

- недостатки грамматико-стилистических средств,
- чрезмерная длина предложений.

ГРАММАТИКО-СТИЛИСТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

В современном учебнике по редактированию текстов, изданном под редакцией профессора Сусанны Антоновой, предназначенном для профессиональных редакторов, говорится:

«Большого внимания редактора требует оценка грамматико-стилистических средств изложения. Быстрому и адекватному восприятию информации обычно способствуют простые законченные предложения, имеющие правильную грамматическую форму. Сложные, громоздкие предложения с большим числом внутренних связей затрудняют понимание текста, вынуждая непроизводительно тратить время на его анализ и уяснение смысла. Поэтому сложные предложения, как правило, целесообразно расчленить на ряд простых, сохраняя логические взаимоотношения между ними» [94].

Профессиональные редакторы в медицинских издательствах предпринимают значительные и порою героические усилия, стремясь навести порядок в сложных текстах, чтобы выполнить заветы Сусанны Антоновой. Но результаты, увы, очень скромные.

В медицинской литературе во многих случаях (а если честно, то сплошь и рядом) присутствуют указанные грехи, такие как «сложные, громоздкие предложения с большим числом внутренних связей». Это значит, что студенты-медики и врачи вынуждены, по словам Антоновой, «непроизводительно тратить время» на «анализ и уяснение смысла».

Поскольку время у студентов и врачей ограничено, чтение чрезмерно сложного текста приводит к тому, что смысл текста в ряде случаев оказывается не проясненным и усвоенным лишь частично, поверхностно, не в полной мере. Именно это обстоятельство (недостаточное и неполное усвоение знаний) создает предпосылки для будущих врачебных ошибок.

Легко заметить, что подлинный текст Гиппократ (в начале главы) имеет множество грамматико-стилистических недочетов. Гиппократ можно извинить, потому что он не читал учебник под редакцией профессора Сусанны Антоновой.

Хуже всего то, что за два с половиной тысячелетия не удалось устранить грамматико-стилистические погрешности медицинских текстов, которые до сих пор являются глубинным источником врачебных ошибок и представляют несомненную опасность для пациентов.

ЧРЕЗМЕРНАЯ ДЛИНА ПРЕДЛОЖЕНИЙ У ГИППОКРАТА

Вернемся еще раз к тексту Гиппократ, который находится в центре нашего исследования:

«Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни или если они густы, вязки, клейки, сначала нужно очистить желудок верхом и низом, потом очистить матку при помощи pessaria, извлекающего кровь;

затем дают промежуток, после чего прописывают слабительное, действующее на кровь; пусть больная пьет также кретмон в вине, настоящном на ветках сосны» [89].

Предложение имеет сложную структуру и является неудобочитаемым, в нем 50 слов. Это слишком много и очень плохо. При всем уважении следует признать, что отец медицины Гиппократ подал своим последователям дурной пример в области грамматико-стилистических средств изложения медицинских знаний.

Язык ДРАКОН позволяет протянуть асклеиаду руку помощи и устранить дефект с помощью метода «Раздели и властвуй!». В самом деле, нечитабельный текст Гиппократа можно разрезать на 7 мелких ломтиков, каждый из которых размещается в отдельной иконе, как показано на рис. 15.

Что же мы получили? Вместо сложного и длинного предложения из 50 слов – на рис. 15 представлен изящный набор, состоящий из коротких фраз длиной от 4 до 8 слов. Таким образом, благодаря ДРАКОНу длина предложений уменьшилась более чем в шесть раз!

При этом *внутренние* связи исходного предложения, о которых обоснованно беспокоится профессор Сусанна Антонова, превратились во *внешние* связи между иконами. Тем самым невидимые связи, ранее недоступные для зрительного восприятия, обрели плоть и кровь – стали видимыми! Они преобразились в графические линии между геометрическими фигурами.

Следует подчеркнуть, что сплошной линейный текст превратился в *текст пространственный*. Это значит, что грамматические предложения графически разместились в разных местах пространства, причем точки размещения выбраны на основании правил когнитивной эргономики, что облегчает восприятие.

В итоге мы приобрели принципиально новое качество, так как произошла визуализация абстрактных понятий.

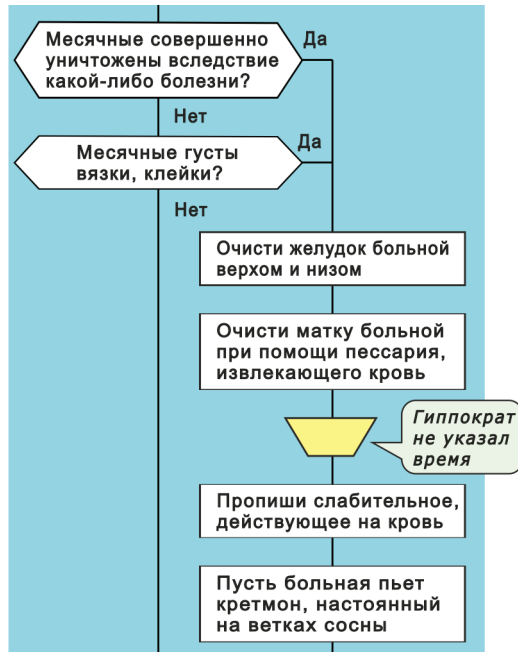


Рис. 15. Дробление сложного предложения Гиппократа на части

Данный пример убедительно показывает, что язык ДРАКОН приносит ощутимую пользу как средство для ПРАКТИЧЕСКОГО разукрупнения чрезмерно длинных процедурных предложений.

Но это не все. Попутно мы выявили еще одну оплошность. Фраза Гиппократова «затем дают промежуток, после чего» обозначает временной промежуток между двумя действиями. Чему же равен этот промежуток?

Об этом Гиппократ умалчивает, по-видимому, рассчитывая на знания или догадливость читателей. Ранее мы уже выяснили, что в алгоритмах подобные умолчания недопустимы. На рис. 15 ошибка отца медицины представлена в явном виде как пустая желтая трапеция, которую *обязательно нужно заполнить* конкретным значением длительности промежутка.

ВРЕДНЫЕ РЕКОРДЫ

Мы убедились, что Гиппократ использует сверхдлинные трудные предложения, содержащие 50 слов. Дурной пример заразителен. В современной медицинской литературе можно найти сколько угодно неуместных подражаний отцу-основателю. Во многих книгах встречаются неудобочитаемые длинноты и иные препятствия, замедляющие процесс восприятия и осмысления. Вот пример:

«При восстановлении ритма сердца у больных с фибрилляцией предсердий при синдроме слабости синусового узла, синдроме преждевременного возбуждения желудочков тахисистолической формы для стабилизации гемодинамики и предупреждения периода асистолии показано использование временных однокамерных электрокардиостимуляторов с функциями учащающей стимуляции в режиме VVI и урежающей парной стимуляции в режиме ведения ритма, частой и сверхчастой стимуляции в режиме «burst» для купирования тахикардии (рис. 5.20, 5.21) [222].

В этом предложении 60 слов – на 10 слов больше, чем в грамматическом «рекорде» Гиппократова. Подобная негативная практика, как показывает тщательный анализ, широко распространена. Например, в учебнике «Поликлиническая терапия» ухитрились установить еще один рекорд и придумали предложение длиной в 74 (!) слова [95].

Такие или примерно такие неудобочитаемые сложные предложения являются характерной особенностью современной медицинской литературы. Все это создает питательную среду для врачебных ошибок и в конечном итоге отрицательно сказывается на здоровье населения.

ДРАМАТИЧЕСКОЕ ПРОТИВОРЕЧИЕ МЕЖДУ МЕДИЦИНОЙ И ЛИНГВИСТИКОЙ

Мы сталкиваемся с удивительным парадоксом. С одной стороны, лингвисты, преподаватели и специалисты по редактированию текстов настоятельно рекомендуют избегать чрезмерно длинных предложений, потому что они создают неоправданные трудности для читателей, превращая тексты в кашу с гвоздями. Вспомним еще раз, чему учит профессор Сусанна Антонова:

«Сложные, громоздкие предложения с большим числом внутренних связей затрудняют понимание текста, вынуждая непроизводительно тратить время на его анализ и уяснение смысла. Поэтому сложные предложения, как правило, целесообразно расчленить на ряд простых, сохраняя логические взаимоотношения между ними» [94].

Антонову поддерживает главный редактор научного журнала профессор Сергей Чугров: «Слишком длинные предложения – враг внятности» и добавляет: «Пишите короче – будет яснее» [96].

Подобные рекомендации отнюдь не новы, они повторяются во многих работах, например:

«Следует избегать длинных, запутанных предложений. Трудна для восприятия мысль, выраженная одним предложением на целый абзац с массой словосочетаний и оборотов. Порой таких длинных и витиеватых, в конце которых автор иногда сам не может сообразить, что же он хотел сказать. Орехи большей части подаваемых для публикации статей – слишком длинные предложения. Их лучше разбивать на отдельные фразы» [97].

«... не следует делать слишком длинные предложения, нагромождая их придаточными предложениями и деепричастными оборотами» [98].

«Понятность текстов можно улучшить различными способами. Первая рекомендация заключается в использовании коротких предложений. Так как в общем предложения тем понятнее, чем они короче» [99].

«Излагая материал, разделите его на понятные порции с помощью коротких предложений... Разбейте предложения, соединенные союзами или запятыми, таким образом, чтобы средняя длина предложений (average sentence length) была равна 15 слов или меньше»³ [100].

³ Программа улучшения удобочитаемости текстов в науке и медицине PRISM (Program for Readability in Science and Medicine) [100].

С другой стороны, авторы важных публикаций, таких как медицинские учебники, стандарты, руководства, клинические рекомендации, протоколы, систематически нарушают разумные требования лингвистов и преподавателей. Можно сказать, что медицинские авторы игнорируют, не учитывают или «не слышат» настоятельные просьбы, требования и пламенные призывы ученых-филологов. Налицо отсутствие взаимопонимания между представителями двух авторитетных научных сообществ.

Приходится признать, что важнейшая междисциплинарная проблема, находящаяся на стыке медицины и лингвистики (проблема грамматико-стилистических средств изложения медицинских знаний) все еще недостаточно изучена и далека от разрешения.

Возникает вопрос: может быть, решить данную проблему принципиально невозможно? Нет, вполне возможно. Выше показано, что для случая процедурных медицинских знаний язык ДРАКОН позволяет эффективно расчленять сложные медицинские предложения и в разы сокращать их длину с помощью простого и детально описанного метода, результат которого представлен на рис. 15.

ЧТО ТАКОЕ СЛИТНОЕ ПИСЬМО, или КАК ПИСАЛИ ДРЕВНИЕ ГРЕКИ

Современный читатель, раскрыв медицинскую или иную книгу, считает само собой разумеющимся, что текст аккуратно разбит на слова и предложения. Между словами повсюду расставлены пробелы. Границы предложений четко определены. Начало указано прописной буквой, в конце стоит точка или иной знак. В общем, повсюду полный порядок.

Но так было не всегда. Давайте проведем эксперимент и на минутку заглянем в прошлое.

СОВРЕМЕННЫЙЧИТАТЕЛЬРАСКРЫВМЕДИЦИНСКУЮИЛИ
ИНУЮКНИГУСЧИТАЕТСАМОСОБОЙРАЗУМЕЮЩИМСЯЧТО
ТЕКСТАККУРАТНОРАЗБИТНАСЛОВАИПРЕДЛОЖЕНИЯМ
ЕЖДУСЛОВАМИПОВСЮДУРАССТАВЛЕНЫПРОБЕЛЫГР
АНИЦЫПРЕДЛОЖЕНИЙТОЖЕЧЕТКООПРЕДЕЛЕНЫНАЧАЛОУ
КАЗАНОПРОПИСНОЙБУКВОЙВКОНЦЕСТОИТТОЧКАИЛИ
ИНОЙЗНАКВООБЩЕПОВСЮДУПОЛНЫЙПОРЯДОКНОТАКБ
ЫЛОНЕВСЕГДАДАВАЙТЕПРОВЕДЕМЭКСПЕРИМЕНТИНА
МИНУТКУЗАГЛЯНЕМВПРОШЛОЕ

Попробуйте прочитать текст в рамке. Мы изобразили первые два абзаца в виде древнего маюскульного (унциального) письма. Читать, конечно, приходится медленно и с трудом. Но разобрать смысл можно.

Правила маюскула такие:

- все буквы заглавные, строчных нет,
- в каждой строке 40 букв,
- никаких пробелов между словами,
- никаких знаков переноса,
- перенос возможен в любом месте слова,
- никаких знаков препинания.

Две с половиной тысячи лет назад, во времена Гиппократы, в Греции было распространено именно такое *слитное* письмо. Оно называется «scriptio continua» [101]. Слова не отделялись друг от друга – они склеивались и слипались между собой, образуя непрерывную вереницу букв.

«Сочинения Гиппократы, вероятно, не дошли бы до потомства, если бы они не попали в александрийскую библиотеку, основанную преемниками Александра Македонского, египетскими царями – Птолемеями» [102].

Было бы интересно посмотреть собственноручные тексты Гиппократы и оценить используемые им орфографические и грамматико-стилистические средства. К сожалению, это невозможно, так как оригиналы утрачены.

То, что дошло до нас – это результат труда многих поколений каллиграфов и монахов-переписчиков, берущий начало из экземпляров, некогда хранившихся в александрийской библиотеке. Переписчики и редакторы вольно или невольно осуществляли модернизацию исходного текста, приводя его в соответствие с текущими грамматическими нормами. Так, например, «Гиппократов сборник» [54], изданный в СССР в 1936 году под редакцией профессора Владимира Карпова, на который мы ссылаемся, соответствует нормам русского языка.

Поскольку подлинный текст Гиппократы отсутствует и показать его невозможно, в качестве примера *слитного* письма мы приводим греческий папирус Гомера, относящийся к 1-му веку до н. э. (рис. 16). Это маюскульное письмо, 30 букв в строке, без промежутков между словами и без знаков препинания.

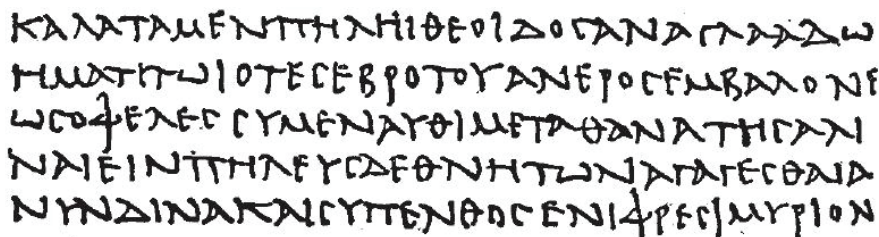


Рис. 16. Греческий папирус со стихами Гомера выполнен слитным письмом без словоразделителей, что затрудняет чтение и анализ текста. 1-е столетие до нашей эры [223]

Отсутствие знаков препинания объясняется просто – понятия «пунктуация» человечество еще не знало. После Гиппократов пройдет еще сотня лет, прежде чем греческий филолог Аристофан Византийский (257 – около 185 до н. э.) нащупает путь к созданию первых зачатков пунктуации.

Выше было сказано, что у Гиппократов встречаются громоздкие предложения длиной 50 слов. Подобное утверждение справедливо для частного случая – русского перевода. Если же учесть, что утраченный оригинал Гиппократов был написан слитным письмом, то длина предложений могла быть намного больше.

Таким образом, грамматико-стилистические недостатки современной медицинской литературы, способствующие появлению врачебных ошибок, берут начало в глубокой древности и, несмотря на достигнутый прогресс, до сих пор остаются в значительной мере не исправленными и во многом неосознанными.

ГОЛОС ДРЕВНЕЙ ИСТОРИИ

«Жизнь коротка, путь искусства долог, удобный случай скоропреходящ, опыт обманчив, суждение трудно», – это знаменитый афоризм Гиппократов, драгоценная жемчужина в сокровищнице мировой мудрости [103]. Начало его часто цитируется по латыни – «Vita brevis, ars longa...». Обращенный к потомкам завет Гиппократов до сих пор очаровывает сердца своим необыкновенным изяществом.

Отголоски этих слов с разными, порою красочными добавлениями и переливами встречаются и повторяются через многие сотни лет в книгах Луция Аннея Сенеки, в «Опытах» Монтеня и «Фаусте» Гете.

Монтень прочитал их глазами грустного скептика:

«Почти все древние философы утверждали, что нельзя ничего постигнуть, узнать, изучить, ибо чувства наши ограничены, разум слаб, а жизнь коротка» [104].

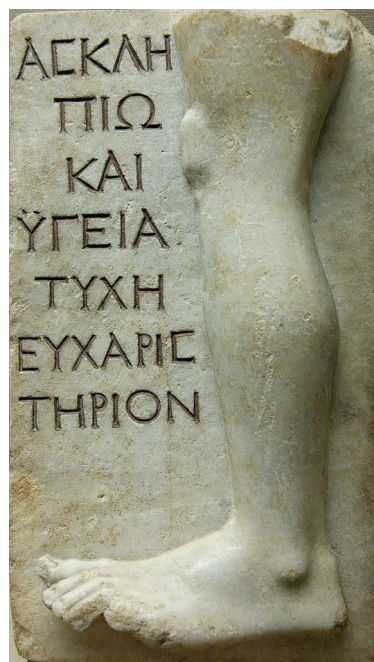


Рис. 17. Надпись в храме Асклепия (бога медицины и врачевания) на острове Милос в Эгейском море. Она содержит благодарность Асклепию за выздоровление после лечения больной ноги.

Пример маюскульного письма. Первоначально маюскул появился в виде изречений на камне и керамике и лишь затем на папирусе и пергаменте.

ЯН КОМЕНСКИЙ ВОЗРАЖАЕТ ГИППОКРАТУ

К счастью, так думали не все. Нашелся человек, захотевший поспорить с Гиппократом, чтобы преодолеть «тупость нашего ума и неверность нашего суждения, которые служат причиной того, что мы обыкновенно занимаемся скорлупой, а в существо вещей не проникаем» [105].

Отец современного образования и автор «Великой дидактики» Ян Амос Коменский (1592–1670), которого Вильгельм Дильтей назвал «величайшим педагогическим умом, какой производила Европа», подверг серьезному анализу и критике афоризм Гиппократа [106].

Коменский заявил: «нашим стремлениям и нашей надежде может быть противопоставлено изречение Гиппократа: “Жизнь коротка, путь искусства долог, удобные случаи быстротечны, опыт обманчив, суждение о вещах трудно”... Гиппократ перечисляет здесь пять препятствий, служащих причиной того, что только немногие достигают высот науки» [107, 108].

Возражая Гиппократу, Ян Коменский посвятил значительную часть Великой дидактики обоснованию и развитию новых педагогических методов и средств, стремясь «открыть всеобщий, верный, легкий и прочный путь к изучению наук» [109] в том числе, для «развития умственных способностей, чтоб учиться было легко» [110].

КРИТИКА МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Современная система преддипломного и последипломного медицинского образования отстала от жизни. Она во многом следует устаревшим воззрениям Гиппократа и далеко не всегда учитывает педагогические идеи Яна Коменского.

Для наших целей наиболее важна мысль Коменского об усовершенствовании языка. Он мечтал построить научно разработанный универсальный язык (*lingua catholica*). Позднейшие опыты Готфрида Лейбница по созданию универсального языка (*characteristic universalis*) «не только схожи с идеями Коменского, но в ряде случаев даже стимулированы Коменским, что подчеркивал сам Лейбниц» [111].

Мы связываем идеи Коменского о языке с его стремлением развить умственные способности людей, «чтобы учиться было легко» и с «развитием силы ума, дабы он легко проникал в существо вещей» [110].

Коменский впервые поставил задачу «быстро обучать всех всему» [112]. Он мечтал найти способ «легкого усвоения умом всех известных до сих пор искусств и наук» [112]. И требовал довести метод занятий до такого совершенства, чтобы при его помощи можно было овладеть знаниями с «наименьшим трудом» [112].

Подчеркнем эти слова – *овладеть знаниями с наименьшим трудом*. То есть, по выражению Рене Декарта, «без излишней траты умственных сил» [113].

Современное медицинское образование не удовлетворяет требованиям, которые сформулировал Ян Коменский, из-за серьезных дефектов профессионального медицинского языка.

Язык ДРАКОН позволяет в значительной мере устранить недостаток. Показано, что ДРАКОН улучшает работу ума [73].

МЕТАФОРА ЯНА КОМЕНСКОГО И МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Приведем высказывание Коменского об изучении наук. Слова, написанные 400 лет назад, можно во многом, хотя и не полностью, отнести к современному медицинскому образованию:

«Изучение наук является каким-то безысходным лабиринтом, в котором большинство бесцельно блуждает среди хаотического разнообразия вещей, среди какого-то океана, в котором легче утонуть, чем его исчерпать. Это делает изучение неотчетливым, так как изучаемое не приведено в достаточно прочный и очевидный порядок. Поэтому необходимо, собрав разбросанное, сжать его в малом объеме.

Средством против этого недостатка будет, если все, подлежащее изучению – крупное и мелкое – мы расположим в столь наглядном порядке, чтобы приступающие к изучению имели бы его перед собой так же отчетливо, как свои пальцы... Если они будут уверены в том, что весь океан образования они проплывут на том же самом корабле, на который они теперь всходят, вплоть до достижения желаемого совершенства» [114].

Язык ДРАКОН есть средство совершенствования процедурных медицинских знаний, позволяющий ускорить плавание через «океан образования». ДРАКОН дает возможность, «сбрав разбросанное, сжать его в малом объеме», причем сделать это в «наглядном порядке, чтобы приступающие к изучению» видели суть дела ясно и отчетливо, как свои пять пальцев.

ДВА ВАЖНЫХ НЕДОСТАТКА

Первый недостаток существующей системы медицинского образования состоит в том, что оно не имеет эффективных средств для предотвращения врачебных ошибок. По этой причине образование не может гаранти-

ровать безопасность пациентов. В этом отношении интерес представляют работы Института медицины США 2015 года в области диагностики [4] и межпрофессионального образования (interprofessional education) [115], которые, несомненно, являются полезными, но, к сожалению, далеко не исчерпывающими.

Второй недостаток – чрезмерная трудность, возникающая при изучении медицинской литературы (медицинских учебников, стандартов, руководств, клинических рекомендаций, протоколов). Это порождает «чрезмерные затраты времени» у студентов-медиков и врачей, «требует больших усилий от средних умов» [116].

Используя слова Коменского, можно сказать, что изучение медицинской литературы:

- «должно происходить без преткновений и терний»,
- «должно быть гладким, удобным»,
- «без чрезмерных затрат времени»,
- доступным для средних умов [116].

На самом же деле, подчеркивает Коменский, «уму приходится идти не последовательными ступенями, не по ровному пути, его тащат по кочкам, ямам, пещерам и расселинам» [117].

Гений Коменского прямо указывает на «тяготы и трудности учения», на то, что «школы превратились в места мучений», что система образования «устрашает своими хитросплетениями» и «предлагает человеку хлеб из камня, который ломает зубы и утомляет умы» [118].

По-видимому, пришло время еще раз обратиться к наследию великого педагога и осуществить серьезные изменения в системе медицинского образования, направленные на повышение ее эффективности, чтобы студенты-медики и врачи могли овладеть знаниями с наименьшим трудом, без лишней траты умственных сил.

Язык ДРАКОН призван содействовать решению этой задачи и сократить чрезмерные затраты времени учащихся при одновременном повышении качества обучения.

ВЫВОДЫ

1. Медицинский алгоритм выражает сущность лечебно-диагностического процесса и является одним из центральных понятий медицины.
2. Медицинские алгоритмы зародились в глубокой древности одновременно с возникновением медицины.
3. Анализ алгоритмов «Гиппократова сборника» показывает, что язык ДРАКОН правильно отражает алгоритмическую сущность процедурных медицинских знаний.

4. За истекшие два с половиной тысячелетия буквенно-цифровая и пунктуационная основа профессионального медицинского языка прошла большой путь развития от древнего рукописного маюскульного (унциального) письма до современной компьютерной письменности на основе Юникода [119, 120].
5. Недостаток в том, что грамматико-стилистические средства изложения медицинской информации остаются неудовлетворительными, что препятствует быстрому и адекватному восприятию и осмыслению медицинских знаний.
6. Серьезной и нерешенной проблемой медицинского образования является эргономичная визуализация абстрактных процедурных медицинских знаний, каковыми являются медицинские алгоритмы.
7. Медицинский алгоритмический язык ДРАКОН, в основе которого лежат педагогические идеи Яна Коменского об устранении неоправданных трудностей в учебе и овладении сложными знаниями с наименьшим трудом, предоставляет необходимые когнитивно-эргономические средства для системы медицинского образования.
8. Хотя врачебные ошибки происходят в медицинских учреждениях, однако глубинным источником многих, хотя и не всех ошибок являются дефекты в системе медицинского образования, вызванные недостатками медицинского языка.
9. Система медицинского образования не имеет эффективных средств для предотвращения врачебных ошибок и обеспечения безопасности пациентов.
10. Язык ДРАКОН предназначен для устранения указанных недостатков и повышения эффективности преддипломного и последипломного медицинского образования.

Часть II

**ЗНАКОМЬТЕСЬ –
МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК
ДРАКОН**

ПРЫЖОК ДРАКОНА: ИЗ КОСМОСА В БОЛЬНИЧНЫЙ КОРИДОР

КОСМИЧЕСКАЯ ОДИССЕЯ

В этой главе речь пойдет об истории создания медицинского языка ДРАКОН (рис. 18).

Судьба языка необычна. Он создавался вовсе не для медицины, а для космоса – в качестве языка программирования для орбитального корабля «Буран». При создании бортовых и наземных программ системы управления Бурана использовались языки Прол2, Диполь, Пси-Фортран, Лакс, Ассемблер (первые три разработаны в Институте прикладной математики имени М. В. Келдыша РАН). Обобщение опыта работы с этими языками привело к появлению ДРАКОНа [121, 122].

Цель разработчиков состояла в создании единого языка программирования и моделирования, который способен заменить специализированные языки: Прол2 (для разработки бортовых комплексных программ Бурана), Диполь (для создания наземных программ Бурана) и Лакс (для моделирования). Разработка языка ДРАКОН была завершена в 1996 году (спустя 3 года после неизбежного при крушении СССР, но грустного для участников закрытия программы Буран)¹.

За последние двадцать лет с помощью ДРАКОНа (и основанной на нем технологии разработки алгоритмов и программ ГРАФИТ-ФЛОКС) были созданы системы управления многих крупных космических проектов: «Морской старт», «Протон-М», «Фрегат», «Наземный старт», «ДМ-03»,

Жирограф и ДРАКОН Пилюгина

Дружелюбный
Русский
Алгоритмический язык
Который
Обеспечивает
Наглядность

Космонавтика

Рис. 18. Кадр из документального фильма «Жирограф и ДРАКОН Пилюгина» [225]

¹ Автор участвовал в разработке Бурана с первого до последнего дня. В то время я был начальником лаборатории комплексной разработки вычислительной системы Бурана.

«Ангара», южнокорейская ракета-носитель «KSLV» и др. [123–125].

Пуски ракет-носителей и космических разгонных блоков, при создании которых использовался и используется язык ДРАКОН, за истекший период выполнялись с шести космодромов мира, расположенных на трех континентах (Европа, Азия, Америка) и в океане:

1. космодром Плесецк;
2. космодром Байконур;
3. Европейский космический центр во Французской Гвиане «Куру»;
4. южнокорейский космодром «Наго»;
5. международный плавучий космодром, производящий пуски с экватора в Тихом океане вблизи острова Рождества Республики Кирибати;
6. космодром Восточный.



Рис. 19. Старт комплекса «Энергия – Буран» 15 ноября 1988 года с космодрома Байконур

УДИВИТЕЛЬНОЕ И НЕОЖИДАННОЕ ПРОНИКНОВЕНИЕ В МЕДИЦИНУ

Альгирдас Каралюс (Литва) был первым, кто обратил внимание на возможность крупномасштабного использования языка ДРАКОН в медицине. Но не в качестве языка программирования, а совсем для других целей – в качестве графического средства для удобного описания последовательности действий врачей. То есть в качестве *медицинского алгоритмического языка*.

Инициативу Каралюса активно поддержали литовские врачи. За последнее время в Литве изданы четыре медицинских учебника на русском языке, в которых используется ДРАКОН [126].

1. Начальная неотложная акушерская помощь [127].
2. Специализированная реанимация новорожденного [128].
3. Неотложная медицинская помощь [129].
4. Травма [130].

Учебники апробированы в ряде стран (Литва, Казахстан, Азербайджан, Таджикистан, Туркменистан, Киргизия) в рамках курсов повышения квалификации врачей. Курсы проводили высококвалифицированные специалисты из Литовского университета медицинских наук (Lietuvos sveikatos

mokslų universitetas) для местных врачей. Проведенная апробация дала положительные результаты [131].

ГУМАНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЯЗЫКУ ДРАКОН

Возникает вопрос: почему язык программирования ДРАКОН, созданный для орбитального корабля Буран и ракетно-космической отрасли, оказался удобным средством для описания медицинских алгоритмов?

Это легко объяснить. При разработке языка была поставлена амбициозная цель: ДРАКОН должен не только удовлетворять практическим нуждам космических систем, но и решать широкий круг задач, выходящих далеко за рамки ракетно-космической техники и программирования [132].

В связи с этим при создании языка ДРАКОН были выдвинуты необычные для программистов и математиков гуманитарные требования:

1. Улучшить работу человеческого ума.
2. Предложить эффективные средства для описания не только алгоритмов, но и структуры человеческой деятельности в любой отрасли знаний (включая бизнес-процессы).
3. Предоставить человеку такие языковые средства, которые резко упрощают восприятие сложных процедурных проблем и общение с коллегами, делают непонятное понятным. И за счет этого буквально заставляют человека мыслить отчетливо, глубоко и продуктивно. В этих условиях вероятность заблуждений, просчетов и ошибок неизбежно падает, а производительность растет.
4. Радикально облегчить межотраслевое и междисциплинарное общение между представителями разных организаций, ведомств, отделов, лабораторий, научных школ и профессий.
5. Устранить или уменьшить барьеры взаимного непонимания между работниками различных специальностей (врачами и физиками, биологами и математиками, конструкторами и экономистами и т. д.), а также программистами и теми, кто не владеет программированием [133, 134].

ЯЗЫК ДРАКОН. МЕДИЦИНСКИЙ ВАРИАНТ

Впоследствии была учтена медицинская специфика, чтобы профессиональные врачи могли легко и быстро описывать известные им, а также вновь создаваемые медицинские алгоритмы.

Для этой цели «космический» ДРАКОН был значительно сокращен и представлен в упрощенном виде, предназначенном специально для медиков и биологов. Были удалены все иконы (графические фигуры), свя-

занные с программированием. И оставлены только те, которые нужны для медицины.

В результате появился биомедицинский вариант языка, так называемый «Медицинский ДРАКОН».

УДОБНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

Принято различать процедурные и декларативные знания (знания «как» и знания «что») [135]. Любые процедурные медицинские знания можно представить на медицинском языке ДРАКОН в виде графических инструкций для описания последовательности действий врачей. То есть в виде медицинских алгоритмов.

Примеры таких алгоритмов (инструкций) показаны в следующих главах.

ЧТО ДУМАЕТ ВРАЧ О МЕДИЦИНСКОМ ДРАКОНЕ

Травматолог-ортопед Василий Бачиашвили охарактеризовал медицинский ДРАКОН так:

По моему мнению, ДРАКОН отлично подходит везде в медицине, где нужно передать процедурные знания. Это описания биологических процессов, алгоритмы диагностики и лечения и т. д.

Было бы хорошо использовать ДРАКОН в методических пособиях и рекомендациях, в протоколах диагностики и лечения больных, в описании медицинских технологий, в медицинских книгах и журналах. Указанные материалы рассчитаны на то, чтобы большинство специалистов в данной области при чтении смогли их понять. Для того, чтобы в медицинской литературе начали использовать ДРАКОН, он должен стать максимально легким для освоения.

Облегченный вариант ДРАКОНа (медицинский ДРАКОН) мне очень нравится. Думаю, это движение в правильном направлении» [218].

ВЫВОДЫ

1. Космическое происхождение медицинского языка сыграло важную роль, так как обеспечило тщательную отработку и надежность результатов, соответствующую высоким стандартам качества ракетно-космической отрасли.

2. В окончательном виде медицинский вариант языка ДРАКОН был сформирован в Литве по инициативе Альгирдаса Каралюса, литовских врачей и ученых, которые вложили огромный труд в его отработку и совершенствование.
3. Ученые и преподаватели Литовского университета медицинских наук (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas) проанализировали «космический» ДРАКОН, упростили его, внесли полезные добавления и приспособили для медицинских нужд.
4. В Литве разработаны и опубликованы четыре медицинских учебника, в которых используется ДРАКОН.
 - Начальная неотложная акушерская помощь.
 - Специализированная реанимация новорожденного.
 - Неотложная медицинская помощь.
 - Травма.
5. Учебники апробированы в постсоветских странах: Литва, Казахстан, Азербайджан, Таджикистан, Туркменистан, Киргизия на курсах повышения квалификации врачей, которые проводили высококвалифицированные специалисты из Литовского университета медицинских наук.
6. Тщательные исследования языка ДРАКОН, проведенные литовскими врачами, и реальная практика его применения подтверждают целесообразность широкого использования языка для изображения медицинских алгоритмов в системе медицинского образования и в медицинской литературе (в медицинских учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах).

СПРАВОЧНИК: ГРАФИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ ЯЗЫКА ДРАКОН

ЗАЧЕМ НУЖЕН СПРАВОЧНИК

При анализе дракон-алгоритмов иногда возникает необходимость вспомнить, как называется та или иная фигура. И зачем она нужна.

Для этого служит справочник фигур, представленный в этой главе.

ИКОНЫ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

ДРАКОН – графический язык. Буквами этого языка являются геометрические фигуры, которые называются «иконны». Всего имеется 20 икон. Назначение икон показано на рис. 20. Кроме того, можно использовать выноски, как показано на рис. 3, 4.

Иконны должны быть заполнены текстом. Если текст отсутствует (иконна пустая), значит это ошибка. Чаще всего используют иконны: *Действие* и *Вопрос*.

В иконне Действие пишут команду в повелительном наклонении, например:

- Обеспечь проходимость дыхательных путей.
- Выполни 30 компрессий грудной клетки.

В иконне Вопрос пишут да-нетный вопрос, т. е. вопрос, имеющий только два ответа: Да и Нет. Например:

- Есть ли реакция на прикосновение?
- Есть ли дефибриллятор?

МАКРОИКОНЫ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

ДРАКОН имеет не только мелкие фигурки (иконны), но и крупные; они называются *макроиконны*.

Подобно тому, как слова состоят из букв, макроиконны (графические слова) слагаются из икон (графических букв). Медицинский ДРАКОН имеет 9 макроикон (рис. 21).

	Икона	Название иконы	Пояснение
1		Заголовок	В иконе «Заголовок» пишут название медицинского алгоритма, например, «Измерение кровяного давления»
2		Конец	В этой иконе пишут слово «Конец»
3		Действие	Указывают действие, которое должен выполнить медицинский работник или прибор
4		Вопрос	Да-нетный вопрос, т. е. вопрос, на который можно ответить либо Да, либо Нет. Все другие ответы запрещены
5		Выбор	Фраза (или вопрос), приглашающая выбрать один из вариантов
6		Вариант	Здесь пишут один из вариантов. (Число рассматриваемых вариантов равно числу икон «Вариант»)
7		Имя ветки	Эта икона обозначает начало ветки. В ней находится название ветки. (Ветка — это структурная часть алгоритма)
8		Адрес	Икона «Адрес» обозначает конец любой ветки, кроме последней. Она показывает, в какую следующую ветку надо идти
9		Вставка	Икона «Вставка» говорит, что в этом месте из медицинского алгоритма вынут «кусок», который перенесён в другое место. В иконе пишут название этого «куска»
10		Пауза	Икона «Пауза» задерживает выполнение действия. Время задержки пишут внутри иконы
11		Время	В иконе «Время» пишут длительность выполнения действия (или решения)
12		Время группы	Длительность выполнения группы действий. Не одного действия, а именно группы. Группа состоит из двух и более действий
13		Время группы справа	Икона «Время группы» присоединяется справа
14		Начало контрольного срока	В иконе пишут контрольное время критической процедуры. Например, «30 сек».
15		Конец контрольного срока	Указывают окончание контрольного времени. Например, «Прошло 30 сек».
16		Комментарий	Комментарий — это не действие. Это различные пояснения и подсказки, которые помогают быстрее понять алгоритм
17		Начало совместной работы	Означает НАЧАЛО одновременных скоординированных действий двух врачей
18		Конец совместной работы	Означает КОНЕЦ одновременных скоординированных действий двух врачей
19		Пояснение	Любые сведения, поясняющие икону, находящуюся слева от данной
20		Соединитель	Икона «Соединитель» используется при переходе с листа на лист (когда медицинский алгоритм размещается на нескольких листах)

Рис. 20. Иконы медицинского языка ДРАКОН

	Макроикона	Название макроиконы	Пояснение
1		Развилка	Черные точки — это валентные точки. В эти точки можно вставлять иконы, например, икону «Действие». Хотя бы одна валентная точка должна быть заполнена.
2		Переключатель (число вариантов 2 и больше)	<p>Переключатель — это часть алгоритма, имеющая один вход вверху и один выход внизу. Внутри переключателя алгоритм разветвляется на несколько дорожек. Число дорожек равно двум и более.</p> <p>Переключатель строится с помощью иконы «Выбор» и нескольких икон «Вариант».</p> <p>Под каждой иконой «Вариант» имеется валентная точка.</p>
3		Цикл	Цикл нужен для того, чтобы повторять действия. Повторение прекращается, когда будет выполнено условие. Условие записывают в иконе «Вопрос».
4		Веточный цикл	Веточный цикл нужен для того, чтобы повторять действия, расположенные в одной или нескольких ветках.
5		Действие и время	Справа нарисована икона «Действие». Слева к ней прицеплена икона «Время». Макроикона 5 показывает, что врач должен выполнить действие за указанное время.
6		Развилка и время	Справа нарисована «Развилка». Слева к ней прицеплена икона «Время». Макроикона 6 показывает, что врач должен принять решение за указанное время.
7		Время группы. <i>Время слева</i>	Справа нарисовано не одно действие, а группа, состоящая из двух (и более) действий. Слева к этой группе присоединена икона «Время». Макроикона 7 показывает, что время группы действий жестко задано.
8		Время группы. <i>Время справа</i>	То же самое, что в пункте 7. Отличие в том, что икона «Время» присоединена не слева, а справа.
9		Совместная работа	<p>Означает синхронную, скоординированную работу врачей, включая:</p> <ul style="list-style-type: none"> — начало совместных действий, — выполнение совместных действий, — конец совместных действий.

Рис. 21. Макроиконы медицинского языка ДРАКОН

Иконы и макроиконны – это строительные блоки, из которых сооружаются медицинские дракон-алгоритмы.

ВАЛЕНТНЫЕ ТОЧКИ

Важной частью макроикон служат *валентные точки* (на рис. 22 они показаны как черные кружки). В эти точки последовательно вводятся иконы и макроиконны, которые в совокупности образуют графический узор. После заполнения икон текстом узор превращается в дракон-алгоритм.

МАРКЕРЫ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

В сложном медицинском алгоритме могут появиться несколько веточных циклов. Как отличить их друг от друга?

Желательно иметь признак, позволяющий моментально, *по внешнему виду* обнаружить, где один цикл, а где другой. Примерно так же, как мы, не задумываясь, отличаем кошку от собаки и от вороны.

Отличительным признаком служит маркер. Предусмотрены четыре маркера, имеющие мнемонические названия: *сплошной, эллипс, вертикаль, горизонталь*.

Приятным сюрпризом служит тот факт, что маркеры расставляются в дракон-алгоритме не вручную, а автоматически. Эту операцию выполняет программа дракон-конструктор.

ДВА ЯЗЫКА

У медицинского ДРАКОНА есть старший брат, ракетно-космический ДРАКОН. Последний значительно богаче медицинского, у него вдвое больше икон и макроикон. Так что, если медикам понадобятся дополнительные

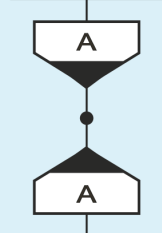
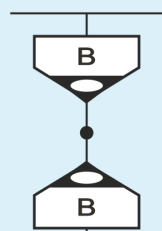
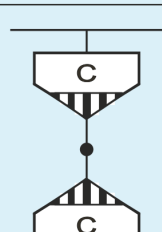
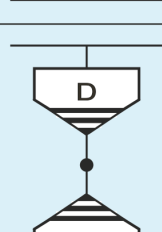
	Маркеры	Название маркера
1		Маркер 1 <i>Сплошной</i>
2		Маркер 2 <i>Эллипс</i>
3		Маркер 3 <i>Вертикаль</i>
4		Маркер 4 <i>Горизонталь</i>

Рис. 22. Маркеры нужны для того, чтобы легко различать веточные циклы при зрительном восприятии

выразительные средства, можно заимствовать нужные иконы у старшего брата.

ВЫВОДЫ

1. Графические фигуры ДРАКОНа делятся на три части:
 - Иконы.
 - Макроиконы.
 - Маркеры.
2. Иконы и макроиконы – это мелкие блоки, из которых строятся дракон-алгоритмы.
3. Маркеры никак не влияют на правильность алгоритмов. Они облегчают чтение и зрительное восприятие наиболее сложных графических чертежей.
4. Данная глава представляет собой справочник. При анализе рисунков читатель может спросить, как называется та или иная фигура. Глава позволит быстро разобраться и сэкономить драгоценное время.

ПРОСТЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ. ПРАВИЛА И ПРИМЕРЫ

ПРИМЕР МЕДИЦИНСКОГО АЛГОРИТМА

Проанализируем алгоритм на рис. 23. В верхней части в иконе Заголовок написано название алгоритма: «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы».

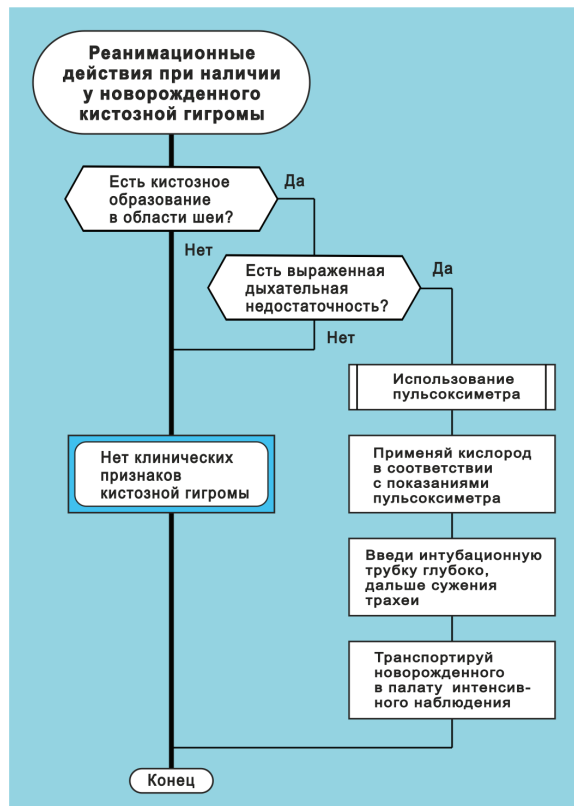


Рис. 23. Алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы» [226]

Чтобы прочитать алгоритм, надо проследить все тропинки, ведущие из Заголовка в Конец, и понять их смысл.

В данном алгоритме встречаются иконы: Действие, Вопрос, Вставка, Комментарий (см. подсказки на рис. 20).

Найдите три иконы Действие:

- «Применяй кислород в соответствии с показаниями пульсоксиметра».
- «Введи интубационную трубку глубоко, дальше сужения трахеи».
- «Транспортируй новорожденного в палату интенсивного наблюдения».

Прочитайте надписи в иконах Вопрос:

- «Есть кистозное образование в области шеи?»
- «Есть выраженная дыхательная недостаточность?»

Икона Комментарий украшена синей каемкой. Она содержит важное пояснение:

- «Нет клинических признаков кистозной гигромы».

ИКОНА «ВСТАВКА»

Иногда бывает так, что на чертеже места уже нет, а работа все еще не закончена. Автор хочет любой ценой вставить в чертеж дополнительный кусок алгоритма. А места совсем нет. Как же быть?

Все очень просто. Не поместившийся кусок надо нарисовать в другом месте. А здесь, словно памятный знак, поместить икону Вставка. Она будет напоминать, что часть алгоритма «переехала» на новое место.

На рис. 23 икона Вставка снабжена надписью: «Использование пульсоксиметра». Это значит, что алгоритм с таким названием нарисован в другом месте, на рис. 24.

Слово «вставка» означает, что икону Вставка можно мысленно удалить, а вместо нее вставить нужный алгоритм.

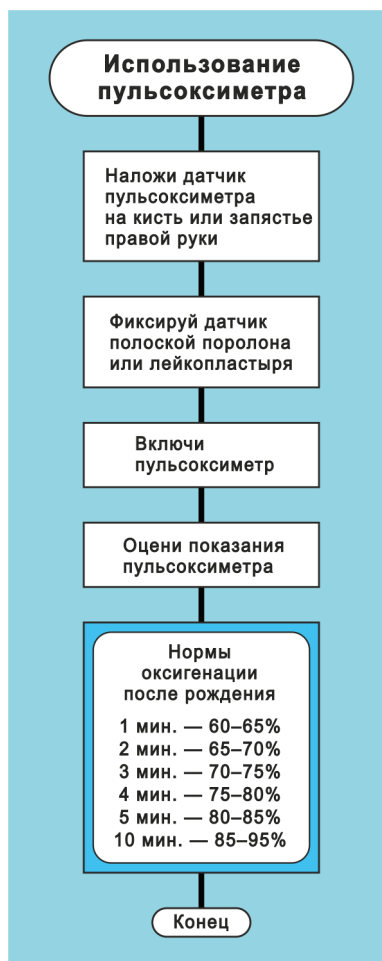


Рис. 24. Алгоритм «Использование пульсоксиметра» [227]

Применительно к нашему случаю можно мысленно удалить икону «Использование пульсоксиметра» на рис. 23, а вместо нее вставить алгоритм, изображенный на рис. 24.

Назначение Вставки в том, чтобы вынести из большого алгоритма фрагмент, решающий отдельную задачу и требующий пристального внимания. Можно сказать по-другому. Вставка представляет собой икону-за-меститель. Она *замещает* отсутствующий алгоритм и информирует, что на данном рисунке вы его не найдете; он «уехал» на другой участок.

ЧТО ТАКОЕ МАРШРУТ

Понятие «маршрут» нужно для того, чтобы создать в алгоритме образцовый порядок. Дракон-алгоритм (рис. 23) имеет одно начало и один конец. *Маршрут* – путь, ведущий из начала в конечный пункт алгоритма. Все дракон-маршруты можно проследить пальцем от начала до конца, не отрывая палец от бумаги. Чертеж позволяет врачу одновременно видеть интересующие его маршруты.

Алгоритм на рис. 23 имеет три маршрута. Все они начинаются в иконе Заголовок и кончаются в иконе Конец.

Язык ДРАКОН предьявляет врачу в качестве подсказки полный обзор алгоритмической ситуации, т. е. полный набор маршрутов.

Правило
Дракона

- Любой дракон-алгоритм имеет только одно начало (один вход). И только один конец (один выход).
- Запрещено иметь в алгоритме несколько концов (несколько выходов).

Что такое
маршрут

Это путь, идущий из начала алгоритма (из иконы Заголовок) до конца алгоритма (до иконы Конец).

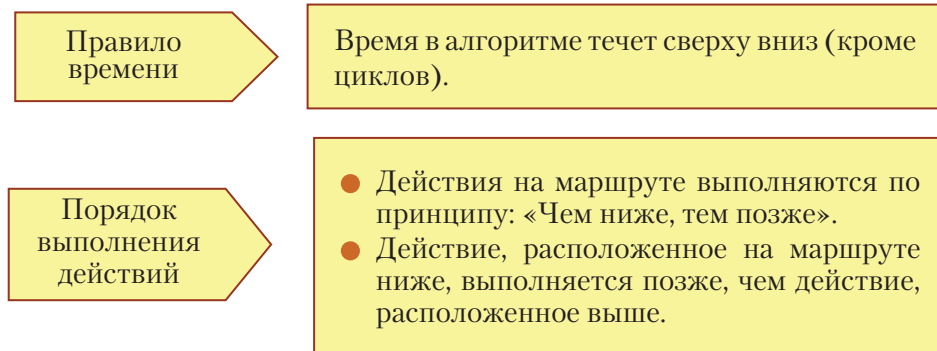
ЧТО ЛУЧШЕ: ПОРЯДОК ИЛИ ПУТАНИЦА?

Чем хороша географическая карта? Тем, что она упорядочена. Вверху север, внизу юг. Смотрим вверх – видим север, смотрим вниз – видим юг. Двигаясь по меридиану сверху вниз, мы перемещаемся с севера на юг.

Важнейшая цель дракон-алгоритма – *упорядочить* алгоритмическую картину болезни и устранить путаницу. Для этого он выстроен по образцу географической карты.

Дракон-алгоритм на рис. 23 нарисован не как попало, а по строгим правилам. Вверху врач видит начало алгоритма и начало времени. Внизу – конец алгоритма и конец времени. Двигаясь по алгоритму сверху вниз, мы перемещаемся во времени от начального момента до конечного.

Чтобы обеспечить в алгоритме дисциплину и порядок, введена специально разработанная эргономичная система понятий и правил [71].



ВРЕМЯ ТЕЧЕТ СВЕРХУ ВНИЗ

Вертикаль играет важную роль в дракон-алгоритме. Время направлено вертикально вниз. На рис. 23 мы видим три вертикальных линии. На всех линиях время течет вниз.

«Чем ниже, тем позже». Действие «Транспортируй новорожденного...» выполняется после действия «Введи интубационную трубку...».

Благодаря использованию «вертикального времени» отпадает необходимость использовать стрелки.

Чтобы облегчить понимание алгоритма, вводится понятие бегунка. *Бегунок* – воображаемая точка, которая последовательно пробегает все иконы одного из маршрутов, перемещаясь из начала в конец.

ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ И ШАМПУР

Главный маршрут медицинского алгоритма – наиболее желательный и благоприятный для больного путь от иконы Заголовок до иконы Конец.

Даже если алгоритм описывает печальные варианты, включая летальный исход, главный маршрут всегда описывает наиболее *благоприятный для пациента* вариант (из числа возможных).

На рис. 23 и 24 главный маршрут показан жирной линией.

Шампур – вертикальная прямая линия, соединяющая иконы Заголовок и Конец. Между ними на той же линии помещается одна или несколько других икон.

ПРАВИЛО ГЛАВНОГО МАРШРУТА

Рассмотрим задачу. В запутанном лабиринте разветвленного медицинского алгоритма, нужно выделить один-единственный маршрут – царскую дорогу, путеводную нить (рис. 25). С ней можно зрительно сравнивать остальные маршруты, чтобы понять суть дела и не заблудиться в паутине развилок и тропинок.

Путеводная нить (главный маршрут) должна быть легко различима, она должна бросаться в глаза. Бросив беглый взгляд на дракон-алгоритм, врач сразу же видит царский маршрут и упорядоченные относительно него остальные маршруты.

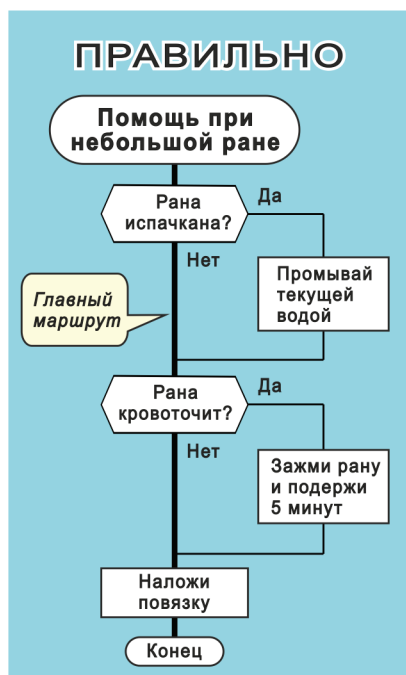


Рис. 25. Главный маршрут показан жирной линией. Правило главного маршрута выполняется. Поэтому царский путь прямой как стрела [228]

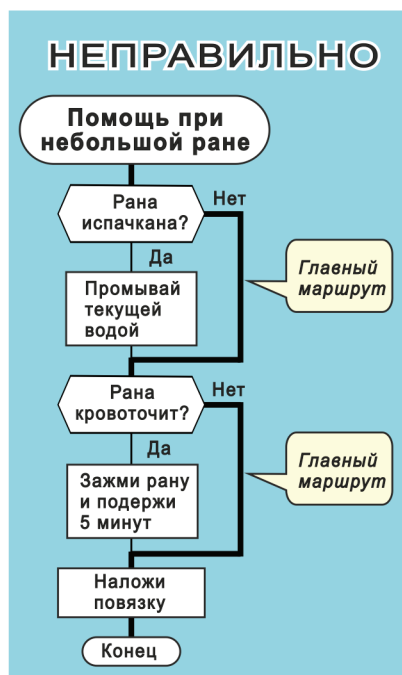


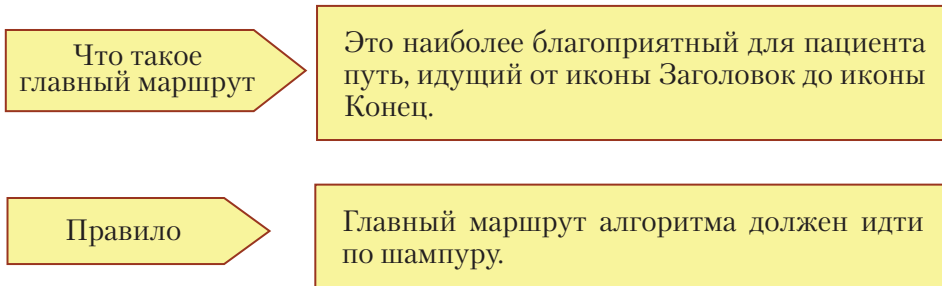
Рис. 26. Правило нарушено и главный маршрут «испортился», стал изломанным

Приятной новостью для медиков служит правило: «*Главный маршрут алгоритма должен идти по шампуру*».

Это значит, что царская дорога не может оказаться где-то на задворках медицинского алгоритма, где ее днем с огнем не сыскать. Нет, она всегда должна быть на самом почетном месте – на крайней левой вертикали.

Почему? Потому что крайняя левая вертикаль описывает самый хороший, самый предпочтительный для больного вариант развития заболевания или хирургической операции

Подобный порядок очень удобен. Он делает дракон-алгоритм четким, предсказуемым и интуитивно понятным.



ИСПОРЧЕННЫЙ ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ

Рассмотрим типичную ошибку. Предположим, правило главного маршрута не соблюдается (рис. 26).

Давайте проверим условие: «Рана испачкана?». Если рана чистая, это хорошо, если грязная – плохо. Главный маршрут всегда идет там, где хорошо. Следовательно на рис. 26, в развилке «Рана испачкана?», главный маршрут проходит через Нет, т. е. сворачивает с вертикали.

Отвечаем на второй вопрос: «Рана кровоточит?». Если крови нет, это хорошо, а если есть кровотечение – плохо. Главный маршрут любит, где хорошо. Поэтому, в развилке «Рана кровоточит?», он идет через Нет.

Получается, что на рис. 26 царский путь два раза отклоняется от шампура и начинает делать зигзаги. Это недопустимо.

На рис. 25 ошибка исправлена – главный маршрут идет по шампуру.

ВРАЧ ОБЯЗАН ЗНАТЬ ВСЕ МАРШРУТЫ АЛГОРИТМА

Рассмотрим простой вопрос. Сколько маршрутов на рисунке 25? Ответ: четыре. Все они показаны в таблице ниже.

Таблица правильно отражает ситуацию, но у нее есть недостаток – она не наглядна. Гораздо лучше и отчетливее видны маршруты на рис. 27. Левая картинка показывает, что главный маршрут прямой как стрела. Остальные три маршрута боковые. Они расположены правее шампура на одном или двух участках.

Обратите внимание: на рис. 27 все иконы Вопрос «одноногие»; у них показан только один выход. Это сделано не случайно.

	Два ответа в верхней и нижней развилках	Как идет маршрут?
Маршрут 1 (главный)	Нет Нет	Маршрут идет по шампуру. Это главный маршрут, когда все благополучно (рана чистая и нет кровотечения).
Маршрут 2 (боковой)	Нет Да	В верхней развилке маршрут сворачивает направо через Да (рана грязная), а в нижней идет вниз через Нет (нет кровотечения).
Маршрут 3 (боковой)	Да Нет	В верхней развилке маршрут идет вниз через Нет (рана чистая), в нижней поворачивает направо через Да (рана кровоточит).
Маршрут 4 (боковой)	Да Да	В обеих развилках маршрут уходит вправо через Да. Это самый плохой вариант, когда рана грязная и кровоточит. Данный маршрут сдвинут вправо на обоих участках.

РАЗВЕРТКА АЛГОРИТМА

Зачем нужен рисунок 27? Он поясняет и разворачивает рис. 25. Чтобы выделить один маршрут из четырех на рис. 25, нужно в каждом разветвлении выбрать только один ответ, а второй отбросить и удалить.

Это значит, что мы *развернули* алгоритм на рис. 25, показали все дорожки по отдельности и расположили их по соседству (рис. 27). Полученный результат носит название *развертка алгоритма*. Она позволяет воочию увидеть все без исключения маршруты алгоритма.

Здесь есть одно но. Подобные развертки – слишком дорогое удовольствие. Чтобы построить развертку сложного алгоритма, нужно затратить много труда и времени. Это допустимо только как исключение и лишь для особо сложных случаев.

Во всех остальных случаях достаточно иметь обычный дракон-алгоритм (как на рис. 25) и уметь с ним работать, не прибегая к трудоемкой развертке.

На рис. 25 и 27 мы рассмотрели простейший разветвленный алгоритм. Тем не менее, тщательный анализ этого случая (при помощи развертки) оказывается далеко не простым.

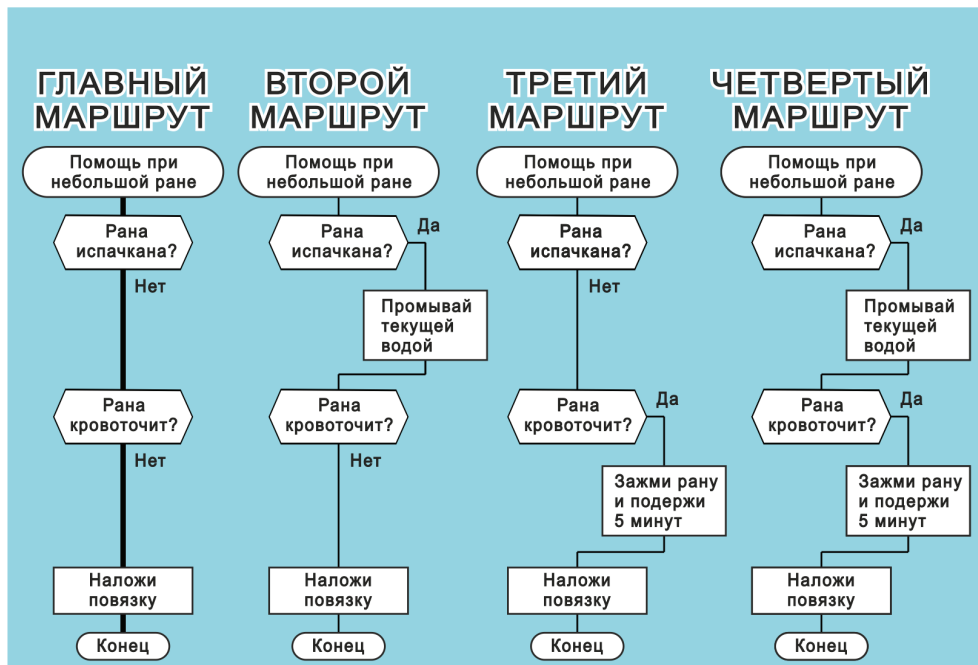


Рис. 27. Развертка алгоритма, представленного на рис. 25

Проблема в том, что простые алгоритмы в медицине встречаются редко. Реальные алгоритмы, как правило, очень сложны.

Неумение анализировать сложные алгоритмы и распознавать их маршруты является причиной многих врачебных ошибок.

АЛГОРИТМ УПОРЯДОЧЕН ПО ГОРИЗОНТАЛИ

Вспомним еще раз географическую карту. Слева запад, справа восток. Смотрим налево – видим запад, смотрим направо – видим восток. Движение взгляда по горизонтали упорядочено и имеет четкий смысл.

Дракон-алгоритм тоже упорядочен по горизонтали. Слева врач видит наиболее благоприятный для пациента маршрут, справа – наиболее тяжелый.

Двигаясь по алгоритму слева направо, мы перемещаемся от хорошей ситуации к плохой, от желательной – ко все более неприятной и угрожающей, вплоть до летального исхода.

Действует правило: «Слева хорошо, справа плохо», или «Слева лучше, справа хуже». Говоря более точно: «Слева более благоприятный для больного исход, справа не благоприятный».

ПРАВИЛО БОКОВЫХ МАРШРУТОВ

Боковые маршруты нужно рисовать справа от шампура по принципу: «Чем правее, тем хуже».

Дракон-алгоритм превращает хаос в порядок. Для наглядности развернем эту мысль в шутливой форме на рис. 28. Все маршруты упорядочены согласно правилу: «Чем правее расположен маршрут, тем более неприятную ситуацию он описывает».

Левая вертикаль означает, что дела идут хорошо, ибо человек здоров. Вторая вертикаль описывает легкое недомогание, которое можно снять таблеткой. Третья вертикаль говорит: самочувствие ухудшилось, нужен врач. Наконец, крайняя правая вертикаль отражает самую неприятную ситуацию – пришлось лечь в больницу.

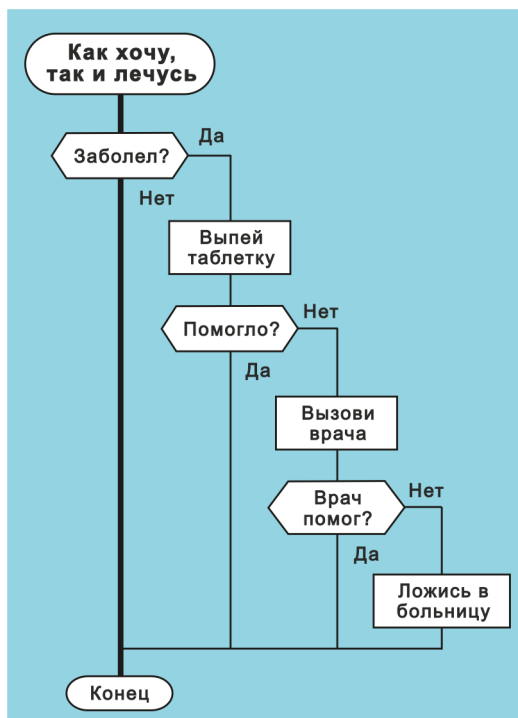


Рис. 28. Маршруты упорядочены слева направо

Что такое боковой маршрут

Это любой маршрут разветвленного алгоритма за исключением главного.

Правило боковых маршрутов

Боковые маршруты алгоритма нужно рисовать справа от шампура по принципу: «Чем правее, тем хуже».

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ЯЗЫКА ДРАКОН

Мы неоднократно подчеркивали, что дракон-алгоритм похож на географическую карту. Введем термин «Картографический принцип языка ДРАКОН». Принцип означает, что движение взгляда по горизонтали имеет стро-

го определенный смысл. Слева находятся хорошие (более благоприятные для пациента) маршруты, справа – плохие (менее благоприятные).

Точно так же перемещение взгляда по вертикали имеет ясный смысл: вверху начало времени, внизу – конец.

Картографический принцип – обобщающее и емкое понятие, которое включает в себя все понятия и правила, направленные на устранение визуальной путаницы и вводящие в дракон-алгоритм мудрый порядок и железную дисциплину. Сюда относятся: правило шампура, правило главного маршрута, правило боковых маршрутов, правило времени и т. д.

ЧТО ТАКОЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Схема на рис. 29 позволяет сделать в алгоритме развилку на три направления. Для этого используются две иконы Вопрос. Однако задачу можно решить и по-другому – с помощью переключателя (рис. 30).

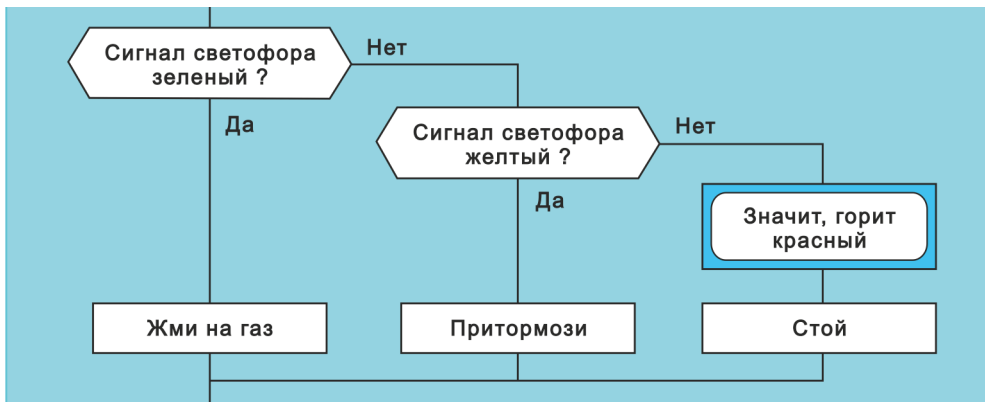


Рис. 29. Развилка на три направления, построенная с помощью иконы Вопрос

Переключатель – разветвление алгоритма на несколько тропинок, которые потом сливаются в одну. Переключатель сложная структура. Она строится из простых кирпичиков. Такими кирпичиками служат иконы Выбор и Вариант. Зачем они нужны?

Икона Выбор содержит вопрос или приказ, имеющий несколько ответов. Каждый ответ пишут в отдельной рамочке – иконе Вариант.

Взглянем на рис. 30. На первый взгляд там нет вопроса. Однако на самом деле вопрос есть, правда неявный. Чтобы убедиться, слово «светофор» прочитаем так: «Какой сигнал светофора сейчас горит?». Получим три ответа:

- зеленый,
- желтый,
- красный.

Попробуем описать, как работает переключатель. Описание обычно начинается со слова «если». Вот примеры.

- Если светофор зеленый – жми на газ.
- Если светофор желтый – притормози.
- Если светофор красный – стой (рис. 30).

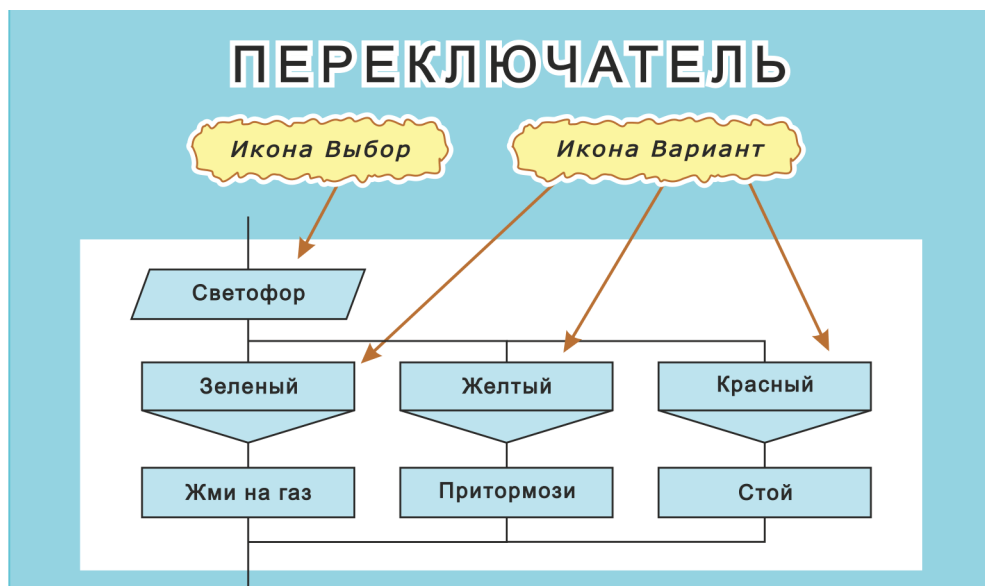
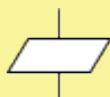


Рис. 30. Развилка на три направления, построенная с помощью переключателя

Что такое переключатель

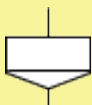
- Это часть алгоритма, имеющая один вход и один выход, внутри которой алгоритм разветвляется на несколько дорожек.
- Переключатель строится с помощью икон Выбор и Вариант.

Что такое икона Выбор



- Икона, которую рисуют в начале переключателя.
- В ней пишут вопрос или приказ, имеющий два и более ответов.

Что такое икона Вариант



Икона переключателя, в которой пишут один ответ на вопрос.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА

В медицинских алгоритмах часто встречаются переключатели. Сначала рассмотрим уже знакомый нам пример. Он извлечен из рис. 2 и перенесен на рис. 31.

Вверху в иконе Выбор дано подробное указание (приказ): «Выбери средство для освобождения дыхательных путей». Иконы Вариант поясняют, что таких средств два: интубационная трубка и катетер. Стало быть, надо выбрать одно из двух: либо трубку, либо катетер.

При желании в иконе Выбор текст можно изменить и написать кратко: «Трубка или катетер?»

Внизу на рис. 31 в иконах Действие указаны конкретные команды: «Введи интубационную трубку...» и «Введи катетер для отсоса...».

Сколько шагов изображено в алгоритме на рис. 31? Два шага. Первый шаг – нужно принять решение, что будем использовать: трубку или катетер? Второй шаг – выполнить физическое действие.

В качестве упражнения давайте мысленно удалим из рис. 31 два действия и вместо них на вертикальных линиях поместим два черных кружка. Зачем? Об этом речь пойдет в следующем параграфе.

И последнее. Какой из маршрутов на рис. 31 более благоприятен для пациента: левый или правый? Ответить затруднительно. Следовательно, правило «Чем правее, тем хуже» здесь не применимо. Это значит, что мы столкнулись с исключением, но так бывает редко.

В большинстве случаев принцип «Чем правее, тем хуже» эффективно работает и позволяет красиво расположить маршруты алгоритма. В этом можно убедиться при анализе примеров на рис. 32–34.

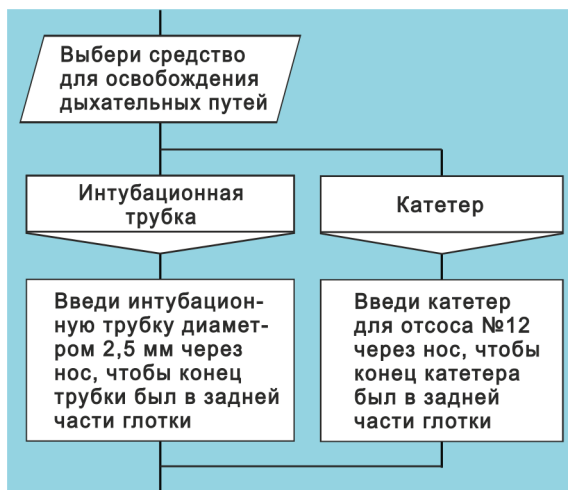


Рис. 31. Переключатель на два направления

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ТЯЖЕСТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Переключатель позволяет указать число маршрутов и помогает врачу выбрать один из них. Для удобства читателя мы рассматриваем простейший случай, когда маршрутов всего два.

Выше мы изучили переключатель для выбора медицинского инструмента. На рис. 32 у переключателя иная функция – он учитывает тяжесть заболевания и отделяет легкий химический ожог от средних и тяжелых. В соответствии с этим маршруты четко упорядочены слева направо, причем более тяжелый ожог расположен правее. Это значит, что выполняется правило боковых маршрутов «Чем правее, тем хуже».

Обратите внимание: на рис. 32 показан только первый шаг (решение), а второй шаг (действие) скрыт и изображен условно, в виде черных кружков. Кружки обозначают валентные точки алгоритма. В эти точки чуть позднее мы введем иконы Действие или другие полезные вещи.

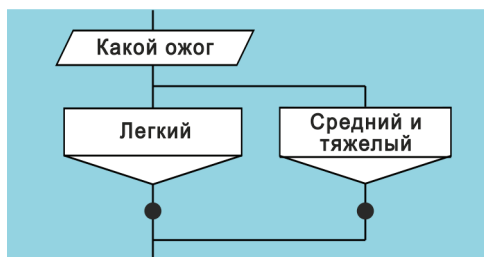


Рис. 32. Переключатель на два направления с валентными точками (черные кружки)

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ПОРАЖЕННЫЕ ОРГАНЫ

Незнакомый алгоритм гораздо легче воспринимается, если читатель заранее знает, что слева находятся «хорошие» маршруты, а справа «плохие», неблагоприятные для пациента.

Вот пример. Ожог конъюнктивы и роговицы глаза опаснее, чем ожог века. Поэтому эти два случая необходимо упорядочить слева направо по степени тяжести.

Правило боковых маршрутов «Чем правее, тем хуже» является хорошим критерием для этого случая. Оно позволяет внести ясность в алгоритм, избежать путаницы и облегчить изучение материала.

На рис. 33 в иконе Выбор записан вопрос: «Что повреждено?». В иконах Вариант дан ответ: «Веки» и «Конъюнктура...». Ниже в трех иконах Действие описаны соответствующие лечебные воздействия.

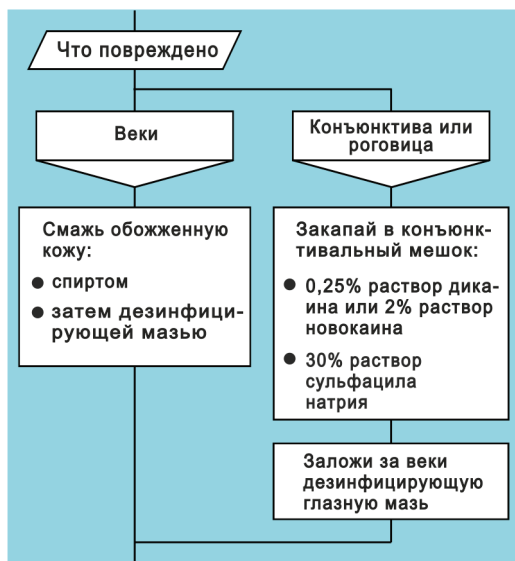


Рис. 33. Переключатель на два направления. Выполняется правило «Чем правее, тем хуже»

ДВА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ В ОДНОМ АЛГОРИТМЕ

Перейдем к более сложному случаю и рассмотрим алгоритм «Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью». Кусочки этого алгоритма мы уже видели на рис. 32 и 33.

Подправим наш эскиз, объединим кусочки и добавим последний штрих. Результат показан на рис. 34. Чтобы понять структуру нового алгоритма, подскажем: он построен с помощью двух переключателей.

Построение выполняется за три этапа.

Этап 1. Выбираем переключатель на рис. 32.

Этап 2. В левый черный кружок (ниже варианта «Легкий») вставляем переключатель из рис. 33.

Этап 3. В правый черный кружок вставляем три иконы Действие:

- «Введи подкожно...».
- «Введи внутримышечно...».
- «Наложи на поврежденный глаз...».

Выполнив эти операции, получим окончательный алгоритм на рис. 34. Нетрудно заметить, что он состоит из трех маршрутов. Главный маршрут, как и полагается, идет по шампуру. Он обозначен жирной линией.

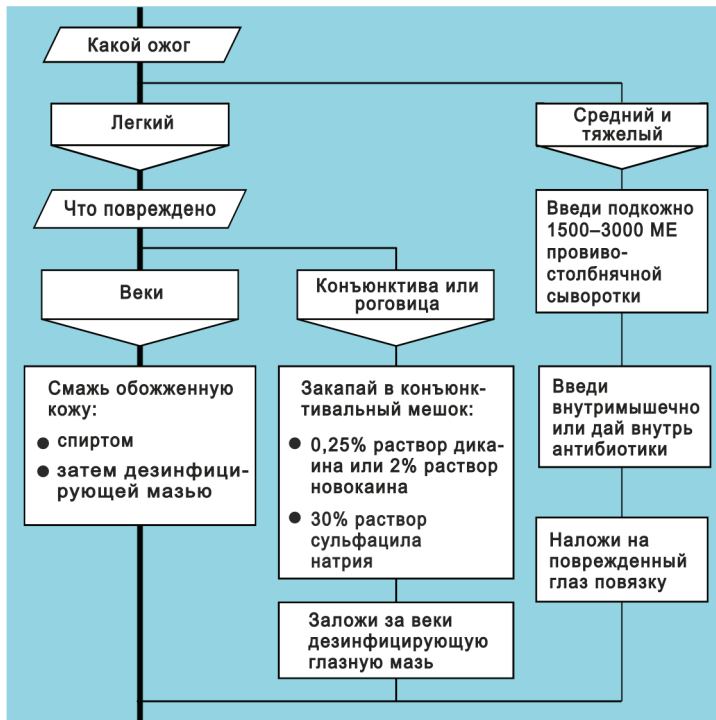


Рис. 34. Алгоритм с двумя переключателями

МАКРОИКОНА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Теперь пора вспомнить про макроикону «Переключатель». В медицинском языке ДРАКОН имеется девять макроикон, которые показаны в справочнике на рис. 21. Переключатель занимает там почетное второе место.

Итак, мы убедились, что на рис. 34 показан фрагмент первой помощи при химическом ожоге глаза с использованием макроикон «Переключатель».

Верхний переключатель на рис. 34 содержит вопрос: «Какой ожог»? Две иконы Вариант предлагают выбрать один из двух ответов:

- «Легкий».
- «Средний и тяжелый».

Нижний переключатель спрашивает: «Что повреждено»? В иконах Вариант читаем ответы:

- «Веки».
- «Конъюнктивa или роговица».

ЧТО МЫ УЗНАЛИ В ЭТОЙ ГЛАВЕ

ДРАКОН – графический язык. Он имеет графические буквы. Необходимо запомнить их. Нужно знать, как они выглядят и как называются. Это нетрудно.

В этой и предыдущих главах мы познакомились с «золотой десяткой» графических фигур ДРАКОНа.

Проверьте себя. Закройте названия на рис. 35 рукой или газетой и, глядя на фигуры, постарайтесь вспомнить, как они называются. После этого просмотрите предыдущие рисунки (рис. 1 – 33) и найдите на них все 10 фигур.

Учтите, что в состав золотой десятки входят восемь икон (1-8) и две макроиконны (9 и 10).

Самые ходовые среди них – иконы Действие и Вопрос.

Золотая десятка языка ДРАКОН		
1		Заголовок
2		Конец
3		Действие
4		Вопрос
5		Выбор
6		Вариант
7		Вставка
8		Комментарий
9		Развилка
10		Переключатель

Рис. 35. Часто используемые фигуры в медицинских алгоритмах

ВЫВОДЫ

1. Дракон-алгоритм имеет одно начало и один конец.
2. Запрещено иметь в алгоритме несколько концов.
3. Маршрут – путь, идущий из иконы Заголовок до иконы Конец.
4. Главный маршрут – это наиболее благоприятный для пациента путь, соединяющий иконы Заголовок и Конец.
5. Шампур – вертикальная линия между Заголовком и Концом.
6. Шампур изображают жирной линией.
7. Главный маршрут алгоритма должен идти по шампуру.
8. Боковой маршрут – любой путь разветвленного алгоритма за исключением главного.
9. Боковые маршруты нужно рисовать справа от шампура по принципу: «Чем правее, тем хуже».
10. Пересечения линий запрещены.
11. Картографический принцип языка ДРАКОН делает движения взора (по горизонтали и вертикали) осмысленными. Этот принцип вносит в дракон-алгоритм строгую дисциплину и визуальный порядок.
12. Икона Вставка содержит название алгоритма и сообщает, что алгоритм с таким названием нарисован в другом месте.

ЛОГИКА В МЕДИЦИНЕ И НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА

КАК ПРЕВРАТИТЬ МЕДИЦИНСКИЙ ТЕКСТ В АЛГОРИТМ? НАДО УБРАТЬ ВСЕ ЛИШНЕЕ

В медицинской литературе алгоритмы обычно существуют в виде «вкраплений», которые перемешаны с другой информацией. Чтобы вычленить алгоритмические знания, их необходимо очистить и отделить от других тем и материалов. Грубо говоря, надо отделить алгоритмическое зерно от шелухи и мякины.

В данном случае другие темы (шелуха и мякина) – это различные декларативные медицинские знания, пояснения, обоснования, аргументация, доказательства, ссылки на научные эксперименты и т. д. Это, конечно, совсем не мякина, а исключительно ценные и важные сведения, но (!) совершенно бесполезные и даже вредные при рисовании алгоритмов. Поэтому при разработке медицинских алгоритмов все лишнее необходимо выделить, отсортировать и удалить.

Поясним сказанное на простом примере, относящемся к аутоиммунной гемолитической анемии.

«При резистентности к кортикостероидам и внутривенному введению иммуноглобулина в последние годы ряд авторов рекомендуют применять ритуксимаб (мабтера) – химерные человеческие моноклональные антитела против CD20» [136].

Удалив из цитаты «шелуху и мякину», получим:

«При резистентности к кортикостероидам и внутривенному введению иммуноглобулина... рекомендуют применять ритуксимаб...» [136].

Это и есть искомое алгоритмическое вкрапление, которое нас интересует.

КАК ПРЕВРАТИТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ТЕКСТ В ДРАКОН-АЛГОРИТМ

Мы сделали первый ход и получили словесное описание алгоритма. Теперь надо преобразовать его в графику. Это можно сделать двумя способами, как показано на рис. 36 и 37.

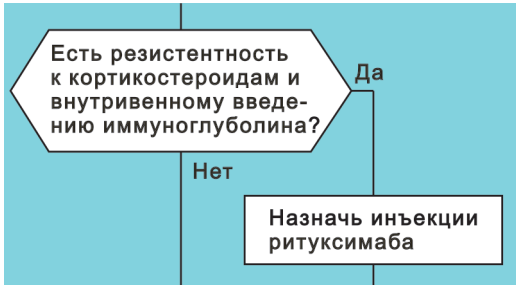


Рис. 36. Алгоритм лечения со сложным условием. Выход Нет *слева*

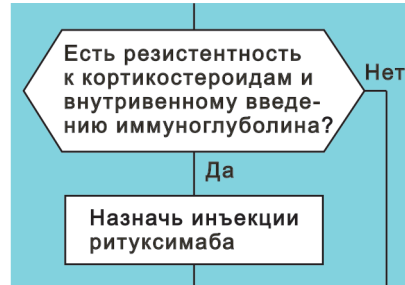


Рис. 37. Алгоритм лечения со сложным условием. Выход Нет *справа*

Подчеркнем: на обоих рисунках изображен один и тот же алгоритм. Он лишь нарисован по-разному. На первом рисунке выход Нет слева, на втором справа. Однако эта разница никак не влияет работу алгоритма.

Два алгоритма называются *равносильными*, если они имеют в точности одинаковые маршруты. Отсюда следует, что алгоритмы на рис. 36 и 37 равносильны.

В ДРАКОНЕ ЗАПРЕЩЕНЫ СЛОЖНЫЕ УСЛОВИЯ. ЧТО БУДЕМ ДЕЛАТЬ?

На рис. 36 и 37 в иконе Вопрос записано сложное логическое условие. Мы уже знаем, что так делать нельзя. Необходимо исправить ошибку, убрать сложное условие и заменить его на два простых. Результат показан на рис. 38 и 39.

На первый взгляд, между рисунками нет сходства. Однако это не так. Легко убедиться, что на рис. 38 и 39 присутствуют три совершенно одинаковых маршрута. Можно математически доказать, что алгоритмы на этих рисунках в точности совпадают, они равносильны¹.

Итак, мы выяснили, что два рисунка алгоритмически равны, но отличаются графически. Отличие связано со зрительным восприятием и эргономикой – левый рисунок эргономичнее и удобнее. Причина в том, что слева (на рис. 38) соблюдается картографический принцип ДРАКОНа, а справа – нет.

¹ Доказательство см. в работе [231].

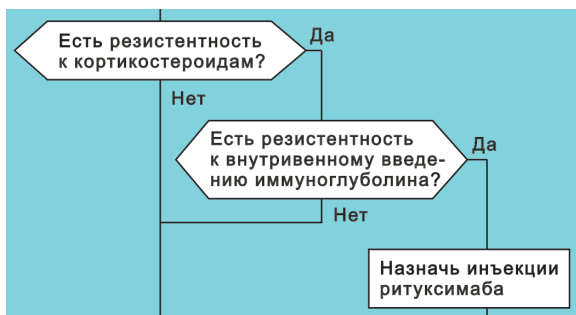


Рис. 38. Алгоритм лечения с двумя простыми условиями. Выход Нет *слева*. Картографический принцип соблюдается [136]

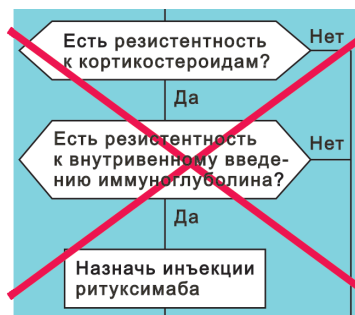


Рис. 39. Алгоритм лечения с двумя простыми условиями. Выход Нет *справа*. Картографический принцип нарушен

Поясним. Левая вертикаль на рис. 38 описывает более благоприятный для пациента маршрут (поскольку резистентность к кортикостероидам отсутствует), а правая – менее благоприятный (приходится делать инъекции ритуксимаба). Следовательно, при движении взора слева направо выполняется правило: «Чем правее, тем хуже».

Картографический принцип обеспечивает эргономическую упорядоченность и концептуальное единство во всех частях дракон-алгоритма.

КАК ВЫЯВИТЬ ЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ. ОБСУЖДЕНИЕ МЕТОДИКИ

Наша цель в этой главе – выявить Логику (логические принципы) РАЗВЕТВЛЕННЫХ медицинских алгоритмов, содержащих СЛОЖНЫЕ логические условия. Чтобы решить задачу, мы избрали следующий путь.

1. Найти в медицинской литературе подходящий пример в виде одного или двух предложений, которые содержат алгоритмическое вкрапление, которое должно иметь в своем составе:
 - разветвленный алгоритм,
 - сложное логическое условие.
2. Освободить выбранное предложение от посторонней информации, убрать лишние слова и вычленить алгоритмическую часть в чистом виде.
3. Преобразовать алгоритм из текстовой формы в пару равносильных графических алгоритмов. В обоих алгоритмах сложное логическое условие следует поместить в икону Вопрос, как на рис. 36, 37.
4. Преобразовать сложное логическое условие в несколько простых условий, причем каждое простое условие следует записать в отдельной иконе Вопрос (как на рис. 38, 39).

5. Выбрать из пары равносильных алгоритмов один, который удовлетворяет картографическому принципу языка ДРАКОН и признать его *эргономичным и удобным для работы*. А второй алгоритм забраковать и отбросить.

Пример, описанный в начале главы, полностью соответствует данной методике. Ниже представлены еще несколько иллюстраций.

ПРИМЕР 2. КАК ПРЕВРАТИТЬ МЕДИЦИНСКИЙ ТЕКСТ В ЭРГОНОМИЧНЫЙ АЛГОРИТМ

Рассмотрим еще одно алгоритмическое «вкрапление», относящееся к хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ).

«Ингаляционные глюкокортикостероиды и ингаляционные глюкокортикостероиды в комбинации с бронхолитиками длительного действия назначаются при тяжелом течении ХОБЛ, при частых обострениях ХОБЛ – с целью снижения частоты обострений и улучшения качества жизни больных ХОБЛ» [137].

Слова «с целью снижения частоты обострений...» являются хорошим пояснением, но в алгоритме они неуместны. Алгоритм не научный трактат, здесь нельзя растекаться мыслью по древу. В алгоритмах полагается каленым железом выжигать шелуху и мякину.

Удалив все ненужное, получим:

«Ингаляционные глюкокортикостероиды и ингаляционные глюкокортикостероиды в комбинации с бронхолитиками длительного действия назначаются при тяжелом течении ХОБЛ, при частых обострениях ХОБЛ» [137].

Преобразуем последний текст в графику. Как и раньше, сделаем это двумя способами и получим пару равносильных алгоритмов (рис. 40 и 41).



Рис. 40. Алгоритм ХОБЛ со сложным условием. Выход Нет *слева*

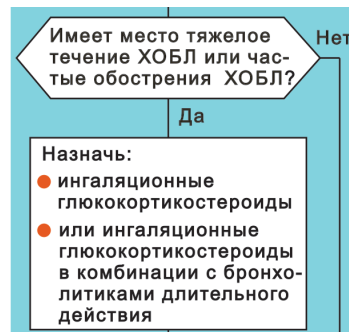


Рис. 41. Алгоритм ХОБЛ со сложным условием. Выход Нет *справа*

Согласно правилам ДРАКОНа заменим сложное условие на простое. Два искомых равносильных алгоритма показаны на рис. 42 и 43. Первый является хорошим и эргономичным (картографическим). А второй плохим, неудобным и ненужным.

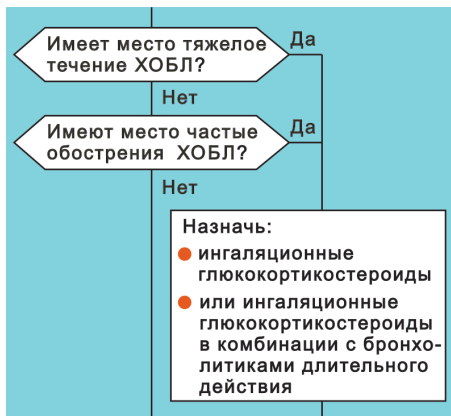


Рис. 42. Алгоритм ХОБЛ с двумя простыми условиями. Выходы Нет слева. Картографический принцип соблюдается [137]

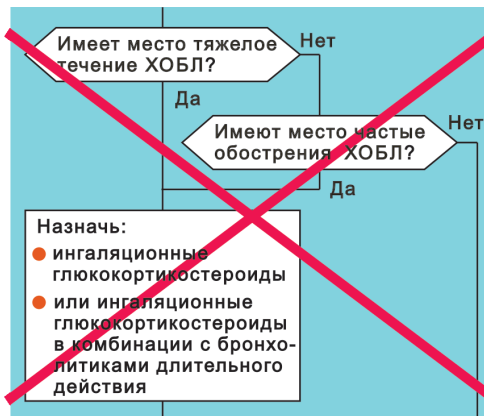


Рис. 43. Алгоритм ХОБЛ с двумя простыми условиями. Выход Нет справа. Картографический принцип нарушен

ПРИМЕР 3. КАК ПРЕВРАТИТЬ СЛОЖНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ТЕКСТ В АЛГОРИТМ

Рассмотрим более сложную алгоритмическую логику, связанную с транзиторными ишемическими атаками. Как всегда, начнем с цитаты:

«Выявление клинических симптомов транзиторных ишемических атак (онемение лица, половины тела, руки, ноги, кратковременные эпизоды выпадения зрения, эпизоды онемения языка, эпизоды головокружений), нарастающей церебральной недостаточности (снижение работоспособности, появление нарушений речи, снижение качества мыслительных процессов, другие когнитивные нарушения), появление шума в проекции сонных артерий при аускультации шеи, должно быть основанием направления больного для проведения ультразвукового доплерографического исследования состояния кровотока магистральных артерий головы. При выявлении стеноза пациент должен быть (!!!) направлен к сосудистому хирургу для решения вопроса о тактике оперативного или медикаментозного лечения» [138].

Удалив пояснения и лишние слова, получим концентрированную мысль:

«Выявление клинических симптомов транзиторных ишемических атак..., нарастающей церебральной недостаточности..., появление шума в проекции сонных артерий при аускультации шеи, должно быть основанием для... ультразвукового доплерографического исследования состояния кровотока магистральных артерий головы. При выявлении стеноза пациент должен быть... направлен к сосудистому хирургу для решения вопроса о тактике оперативного или медикаментозного лечения» [138].

Преобразуем последний текст в графику. Действуя, как раньше, по накатанной колее, получим пару равносильных алгоритмов (рис. 44 и 45).

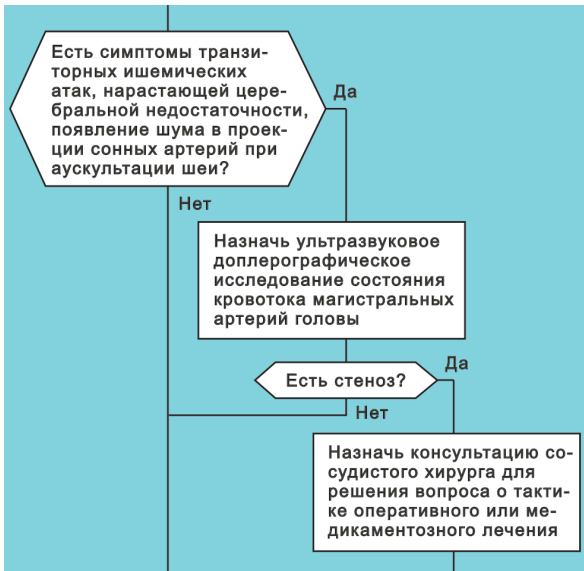


Рис. 44. Алгоритм со сложным условием. Выход Нет *слева*. Картографический принцип соблюдается

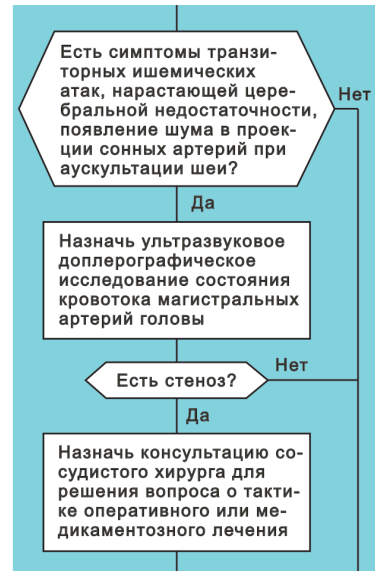


Рис. 45. Алгоритм со сложным условием. Выход Нет *справа*. Картографический принцип нарушен

Сделаем последнее улучшение – разобьем сложное условие на мелкие порции. В итоге увидим два равносильных алгоритма на рис. 46 и 47. Первый является хорошим и упорядоченным (картографичным), второй не удовлетворяет требованиям и отбрасывается.

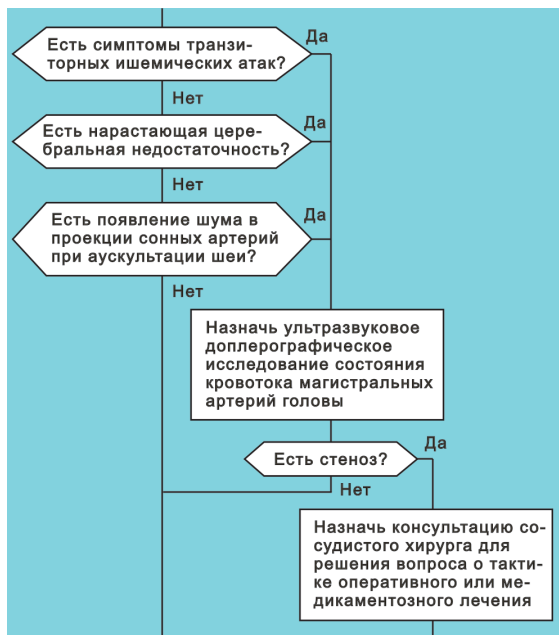


Рис. 46. Хороший алгоритм. Он удовлетворяет всем требованиям [138]

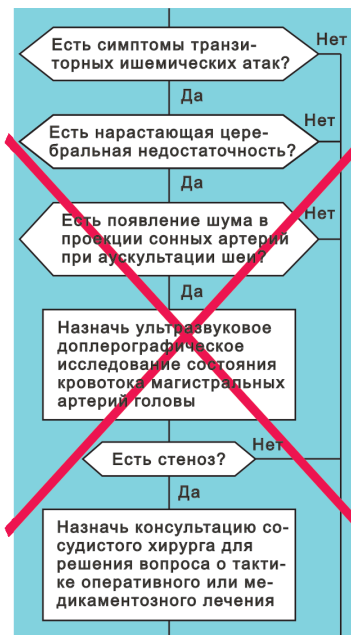


Рис. 47. Плохой алгоритм. Требования не выполнены, так как картографический принцип нарушен

КАК ПОМОЧЬ СТУДЕНТАМ ИЗУЧАТЬ МЕДИЦИНУ

В предыдущих параграфах мы рассмотрели проблему алгоритмических вкраплений, со всех сторон окруженных посторонней информацией. Парадокс в том, что окружающая медицинская информация сама по себе очень важна, но при описаниях медицинских алгоритмов она сильно вредит делу.

Алгоритмические вкрапления похожи на множество крошечных островков в безбрежном океане медицинской литературы. Между островками должны быть соединительные алгоритмические мостики, но они, как правило, лишь подразумеваются и явном виде не описаны. *Это фундаментальный недостаток мировой медицинской литературы.*

Подавляющее число вкраплений существуют в медицинских публикациях в виде изолированных точек. Они остаются одиночными алгоритмическими сиротами, не объединяются в логически законченные фрагменты и не превращаются в целостные алгоритмы.

Разумеется, студенты-медики и врачи в конце концов узнают многие алгоритмические секреты, используя разные источники и собственный

практический опыт. Но такое обучение нерационально и ресурсорасточительно. На подобное обучение люди вынуждены затрачивать неоправданно много времени. Иной раз почти всю жизнь. Можно ли сэкономить и сократить время, расходуемое на приобретение профессиональных медицинских знаний?

Отсутствие удобных, легко воспринимаемых эргономичных графических алгоритмов высокой точности в учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах до добра не доводит. Оно приводит к тому, что тяжкое бремя познания процедурных медицинских знаний взваливается на самих учащихся – на студентов-медиков и слушателей системы последиplomного медицинского образования.

Сказанное означает, что проблема алгоритмизации медицинской литературы не только не решена, но даже не осознана.

Акцентируя внимание на недостатках, можно сказать, что современная медицинская литература не упорядочена. Она представляет собой эклектическую смесь (хаотическую мешанину) из декларативных и процедурных знаний.

Первоочередная задача состоит в том, чтобы:

- четко разграничить два типа знания,
- объединить алгоритмические вкрапления с помощью языка ДРАКОН и преобразовать их сначала в законченные алгоритмы, а затем в алгоритмические системы и комплексы.

В данной главе мы делаем лишь самый первый, предварительный шаг и решаем ограниченную задачу. С помощью двенадцати наглядных рисунков (рис. 36–47) мы проанализировали ситуацию и показали, что язык ДРАКОН позволяет преобразовать элементарные текстовые «вкрапления» в графическую форму, упорядочить графику с помощью когнитивно-эргономических методов. И за счет этого существенно облегчить восприятие, осмысление и понимание простейших алгоритмов.

На этом мы завершаем анализ проблемы текстовых алгоритмических вкраплений и переходим к исследованию и совершенствованию логики графических медицинских алгоритмов.

КРИТИКА И ИСПРАВЛЕНИЕ БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА

Для наших целей удобно одновременно рассматривать пару равносильных алгоритмов. Продолжим эту традицию.

На рис. 48 и 49 изображены два равносильных алгоритма, нарисованные согласно стандарту на блок-схемы ГОСТ 19.701-90.

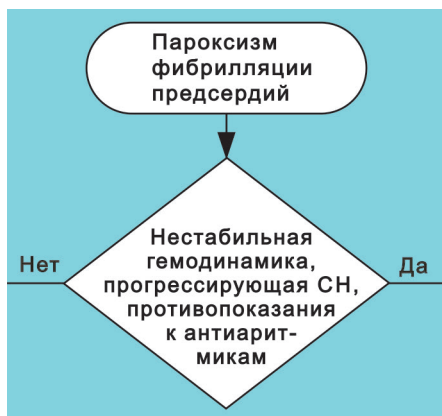


Рис. 48. Ромб и сложное условие.
Выход Нет *слева*

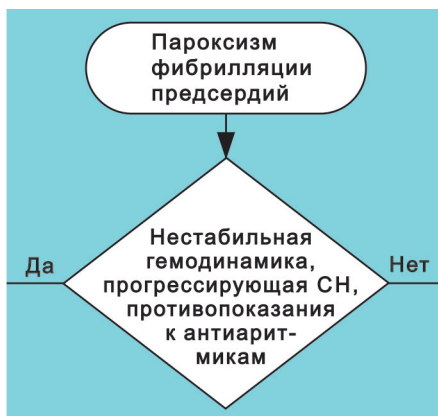


Рис. 49. Ромб и сложное условие.
Выход Нет *справа*

С точки зрения когнитивной эргономики, можно отметить ряд недостатков, характерных для блок-схем.

1. Для обозначения развилки используется ромб, который занимает слишком много места и содержит мало текста. Ромб не позволяет поместить внутри необходимое количество удобочитаемого текста, состоящего из строк равной длины. Верхний и нижний углы ромба пропадают впустую, так как в них ничего нельзя записать.

В языке ДРАКОН ромбы запрещены, вместо них используется экономичная икона Вопрос. У нее верхний и нижний углы ромба «отпилены». Поэтому схема становится компактной и удобной как для записи текста, так и для чтения.

2. Блок-схема не упорядочена. Картографический принцип к ней не применим. Соединительные линии могут быть направлены в любую сторону. По этой причине в блок-схеме, чтобы указать направление движения бегунка по маршруту, необходимо рисовать множество стрелок, которые засоряют схему.

Дракон-схема строго упорядочена, она опирается на картографический принцип. Поэтому отпадает необходимость использовать стрелки (они нужны только в циклах).

ПРОДОЛЖЕНИЕ КРИТИКИ

Возвратимся к медицине. На рис. 49 изображен фрагмент алгоритма из учебника «Поликлиническая терапия», представленный в виде блок-схемы [139].

Внутри ромба записано трудное для понимания сложное условие, которое является скрытым источником врачебных ошибок. Преобразуем ромб в набор простых условий, причем сделаем это двумя способами – в виде двух равносильных алгоритмов, как показано на рис. 50 и 51.

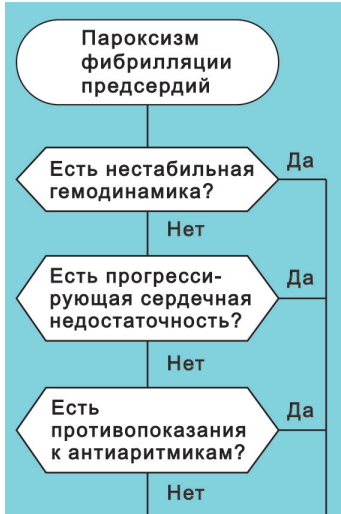


Рис. 50. Картографический принцип соблюдается [139]

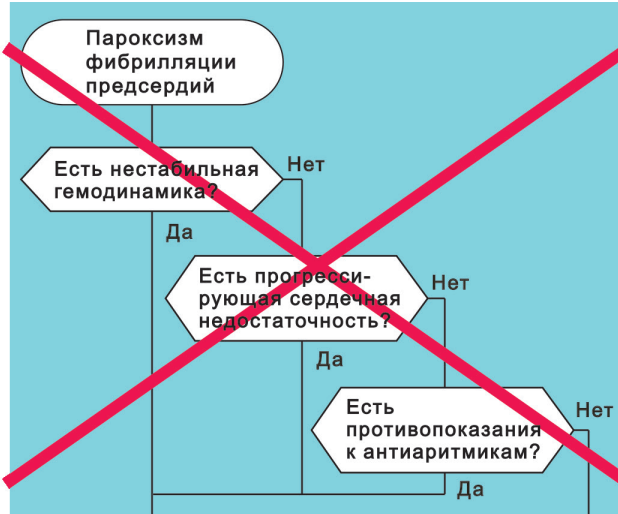


Рис. 51. Картографический принцип нарушен

Сравнивая их, можно заметить, что картографический принцип выполняется лишь слева, на рис. 50. Только этот алгоритм можно признать *эргономичным и удобным для работы*. Почему?

Ответить нетрудно. Все три условия («Есть нестабильная гемодинамика?» и остальные) носят негативный характер, они неблагоприятны для пациента. Чтобы отвести беду от больного, надо устранить негативные моменты и выбрать наилучший для него маршрут.

Для этого на все три негативных вопроса следует ответить Нет. Это и будет хороший маршрут, описывающий благоприятную для пациента ситуацию. На рис. 50 данный маршрут идет по шампуру, он является главным. Любое отклонение вправо от главного маршрута неблагоприятно и уводит нас на плохой маршрут. Следовательно, алгоритм на рис. 50 удовлетворяет правилу ДРАКОНа «Чем правее, тем хуже». Алгоритм на рис. 51 таким свойством не обладает.

НЕГАТИВНЫЕ И ПОЗИТИВНЫЕ ВОПРОСЫ

В этой главе мы много раз упражнялись, преобразуя сложные условия в простые. Перечислим наши упражнения.

- На рис. 38 и 39 показаны два простых условия (две иконы Вопрос).
- На рис. 42 и 43 также нарисованы две иконы Вопрос.
- На рис. 46 и 47 изображены уже не два, а три простых условия (три иконы Вопрос).
- На рис. 50 и 51 – тоже три иконы Вопрос.

А теперь самое любопытное. Оказывается, во всех случаях мы думали о плохом, а не о хорошем.

Мы нарочно использовали только *негативные* вопросы, т. е. вопросы, которые при ответе Да, указывают на неблагоприятную для пациента ситуацию. Например, «Есть прогрессирующая сердечная недостаточность?». Если есть, это плохо для пациента.

Пришло время перейти к анализу *позитивных* вопросов. Позитивный вопрос при ответе Да указывает на благоприятное для больного положение дел.

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «ИЛИ»

Рассмотрим рис. 52 и 53. Пациент находится в угрожающем для жизни состоянии, решается вопрос о реанимации. В первую очередь врач должен ответить на вопросы:

- Есть ли реакция пациента на обращение и прикосновение?
- Есть ли нормальное (не агональное) дыхание?

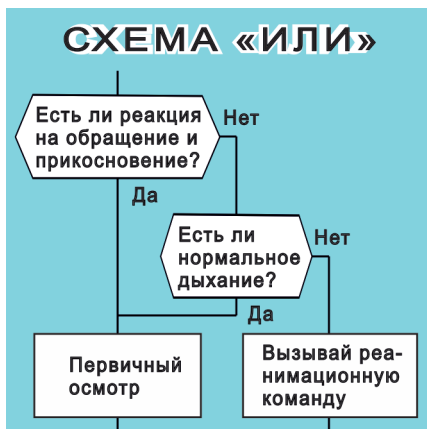


Рис. 52. Схема «ИЛИ» с двумя условиями. Выход Да *слева*. Картографический принцип соблюдается



Рис. 53. Схема «ИЛИ» с двумя условиями. Выход Да *справа*. Картографический принцип нарушен

Если оба ответа «Нет», нужна реанимация, в противном случае – тщательный первичный осмотр.

С точки зрения медицины, реанимация – это главное. Однако у нас на уме другое – нас интересует логическая операция «ИЛИ». По этой причине забудем про реанимацию и переключим внимание на другое.

Попытаемся понять: в каком случае нужно проводить первичный осмотр пациента? Алгоритм на рис. 52 и 53 говорит, что это возможно в трех случаях.

1. Если есть реакция пациента на обращение и прикосновение. (*Маршрут выходит из верхней иконы Вопрос через Да*).
2. Если есть нормальное (не агональное) дыхание. (*Маршрут выходит из верхней иконы Вопрос через Нет, затем пробегает через нижнюю икону Вопрос через Да*).

Это означает, что пациент не реагирует на обращение и прикосновение, однако дышит он нормально.

3. Если выполняются оба указанных условия.

В этом случае состояние пациента благоприятное. Во-первых, он реагирует на обращение и прикосновение, во-вторых, у него нормальное дыхание.

Перечисленные соображения говорят о том, первичный осмотр пациента в алгоритме на рис. 52 и 53 выполняется по схеме ИЛИ.

Используя термин ИЛИ, ситуацию можно описать так. Первичный осмотр следует проводить в следующих случаях:

- ИЛИ пациент реагирует на обращение и прикосновение,
- ИЛИ пациент нормально дышит,
- ИЛИ имеют место оба этих признака.

Оба алгоритма на рис. 52 и 53 являются логически правильными. Оба реализуют схему ИЛИ. Разница лишь в том, что левый алгоритм соблюдает эргономические правила ДРАКОНа (*Главный маршрут должен идти по шампуру. Чем правее, тем хуже*). И это хорошо.

А правый не соблюдает. И это плохо.

И последнее. На рис. 52 и 53 в иконах Вопрос мы впервые использовали позитивные вопросы. Этим они отличаются от рисунков 36–51, где повсеместно использовались негативные вопросы.

Как создать
схему «ИЛИ»

- Соедините выходы «Да» двух икон Вопрос.
- Выход «Нет» верхней иконы Вопрос соедините со входом нижней иконы Вопрос.
- Объединенный выход «Да» двух икон Вопрос выполняет операцию «ИЛИ».

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «ИЛИ» С ТРЕМЯ УСЛОВИЯМИ

Мы изучили схему ИЛИ с двумя условиями (с двумя иконами Вопрос). Рассмотрим такую же схему, но с *тремя* условиями. Возьмем за основу алгоритм на рис. 52, 53 и внесем в него нужные исправления.

Рассмотрим фразу «Есть ли реакция пациента на обращение и прикосновение?». При желании ее можно разделить на два вопроса. В некоторых случаях это бывает полезно. С учетом этого, взглянем на рис. 54, 55.



Рис. 54. Схема «ИЛИ» с тремя условиями. Выход Да *слева*. Картографический принцип соблюдается [160]



Рис. 55. Схема «ИЛИ» с тремя условиями. Выход Да *справа*. Картографический принцип нарушен

Мы видим, что врач должен ответить уже не на два, а на три отдельных вопроса:

- Есть ли реакция пациента на обращение?
- Есть ли реакция на прикосновение?
- Есть ли нормальное (не агональное) дыхание?

Если хотя бы на один вопрос получен ответ «Да», следует выполнить первичный осмотр (в противном случае нужна реанимация).

Обе схемы (рис. 54 и 55) логически правильны и равны друг другу. Какую из них следует предпочесть? Ту, которая удовлетворяет эргономичным правилам ДРАКОНа. В данном случае это левая схема ИЛИ. Правая схема нарушает требование «Чем правее, тем хуже» и отбрасывается.

Логическая операция ИЛИ означает: если хотя бы на один вопрос получен ответ «Да», выполни указанное в алгоритме действие (Первичный осмотр). Оба алгоритма (на рис. 54 и 55) равносильны и отличаются только способом начертания.

СХЕМА «ИЛИ» ДЛЯ ПОЗИТИВНЫХ И НЕГАТИВНЫХ ВОПРОСОВ

Мы познакомились с двумя новыми понятиями, или терминами:

- позитивный вопрос,
- негативный вопрос.

Им соответствуют две разные схемы:

- стандартная схема ИЛИ,
- нестандартная схема ИЛИ.

Все четыре примера на рис. 56–59 удовлетворяют правилам ДРАКОНа и являются правильными. Они рекомендуются в качестве образцов для подражания. Схема ИЛИ соответствует выходу Да.

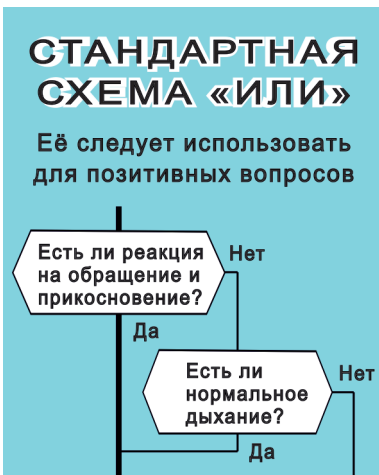


Рис. 56. Стандартная схема «ИЛИ» с двумя позитивными вопросами [160]

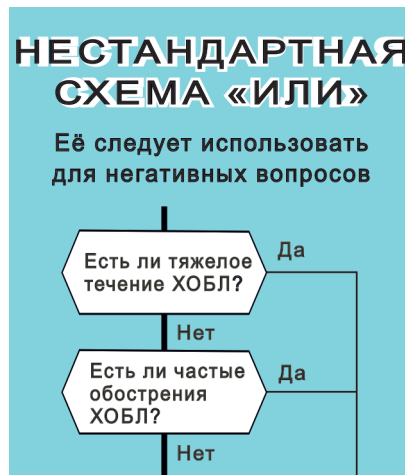


Рис. 57. Нестандартная схема «ИЛИ» с двумя негативными вопросами [137]

На рис. 56 и 58 (где позитивные вопросы) шампур идет через Да. На рис. 57 и 59 (где негативные вопросы) шампур идет через Нет.

Стандартная схема ИЛИ похожа на «Лестницу с уступами», нестандартная – на «Мачту с парусами».



Рис. 58. Стандартная схема «ИЛИ» с тремя позитивными вопросами [160]

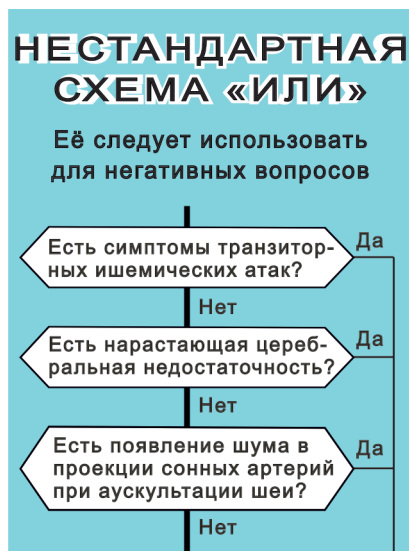


Рис. 59. Нестандартная схема «ИЛИ» с тремя негативными вопросами [138]

На рис. 56 лестница имеет два уступа, на рис. 58 – три. Точно так же на рис. 57 мачта имеет два паруса, на рис. 59 – три.

А если добавить еще один «этаж»? Лестница будет расти в ширину, а мачта – в высоту.

Правило 1
для схемы ИЛИ

Стандартная схема ИЛИ (лестница) предназначена для изображения двух или более *позитивных* вопросов. При этом шампур помечают словом Да.

Правило 2
для схемы ИЛИ

Нестандартная схема ИЛИ (мачта) предназначена для изображения двух или более *негативных* вопросов. При этом шампур помечают словом Нет.

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И» С ДВУМЯ УСЛОВИЯМИ

Схема «И» отличается тем, что необходимо совпадение двух или нескольких условий.

Предположим, надо повесить на стену картину. Для этого придется забить в стену гвоздь. Что для этого нужно? Нужен молоток и гвоздь. Если есть только гвоздь, а молотка нет, ничего не выйдет. И наоборот, если есть молоток без гвоздя, толку не будет. Непременен нужно и то и другое. Говорят, что нужно совпадение двух условий: и гвоздя, и молотка (рис. 60 и 61).

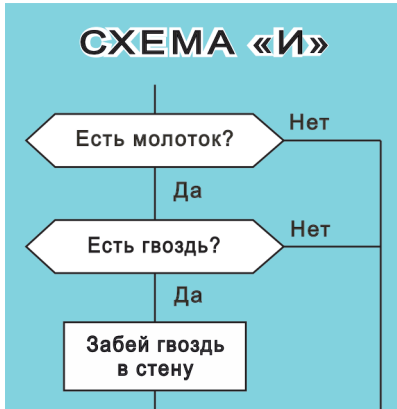


Рис. 60. Схема «И» с двумя условиями. Выход Да слева. Картографический принцип соблюдается

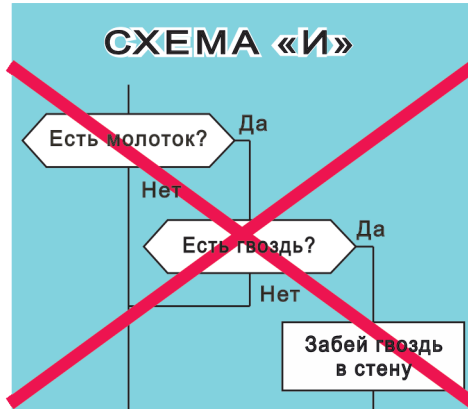


Рис. 61. Схема «И» с двумя условиями. Выход Да справа. Картографический принцип нарушен

Логическая операция И означает: если на оба вопроса получен ответ «Да», выполни действие, на которое указывает выход Да нижней иконы Вопрос (Забей гвоздь в стену). Оба алгоритма (на рис. 60 и 61) равносильны и отличаются только способом начертания.

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И». МЕДИЦИНСКИЙ ПРИМЕР

Рассмотрим равносильные алгоритмы на рис. 62 и 63. Речь идет об интубации трахеи. Предлагаются два вопроса для самоконтроля врача:

- Можешь ли провести интубацию?
- Больше ли пользы в интубации, чем риска?

Если оба ответа «Да», врач приступает к интубации.

Алгоритм на рис. 62 и 63 говорит, что проведение интубации трахеи возможно при совпадении двух условий.

1. Если врач обладает достаточным опытом и способен провести интубацию. (Маршрут выходит из верхней иконы Вопрос через Да).
2. Если врач уверен, что польза от интубации превышает возможный риск для пациента. (Маршрут выходит из нижней иконы Вопрос через Да).

Эти соображения говорят о том, интубация трахеи в алгоритме на рис. 62 и 63 выполняется по схеме «И».

Используя термин «И», ситуацию можно описать так. Интубацию трахеи следует проводить, если одновременно выполняются два условия:

- врач способен провести интубацию;
- и польза от интубации больше, чем риск.

Оба алгоритма на рис. 62 и 63 являются логически правильными. Оба реализуют схему «И». Разница лишь в том, что левый алгоритм соблюдает эргономические правила ДРАКОНа (Главный маршрут идет по шампуру. Чем правее, тем хуже).

А правый не соблюдает. Поэтому правый алгоритм считается негодным и отбрасывается.

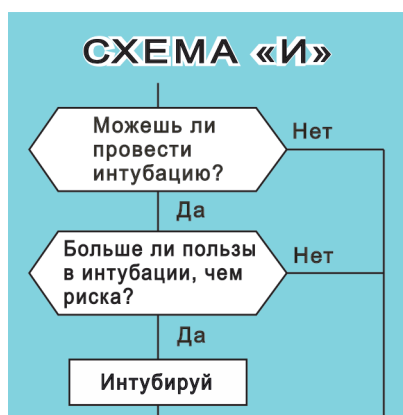


Рис. 62. Схема «И» с двумя условиями. Выход Да *слева*. Картографический принцип соблюдается [232]

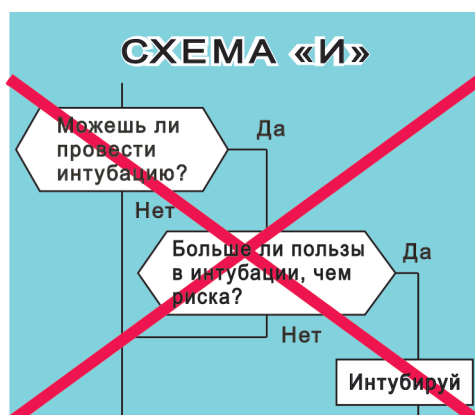


Рис. 63. Схема «И» с двумя условиями. Выход Да *справа*. Картографический принцип нарушен

Как создать
схему «И»

- Соедините выход «Да» верхней иконы Вопрос со входом нижней иконы Вопрос.
- Соедините выходы «Нет» обеих икон Вопрос.
- Выход «Да» нижней иконы Вопрос выполняет операцию «И».

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И» С ТРЕМЯ УСЛОВИЯМИ

Мы изучили схему «И» с двумя условиями (с двумя иконами Вопрос). Рассмотрим более сложную схему на рис. 64, 65, которая содержит не два, а три условия.

Врач должен получить ответ на три вопроса:

- Чувствует ли беременная женщина движения плода, как обычно?
- В норме ли аускультуруемый сердечный ритм плода?
- Прозрачны ли околоплодные воды?

Если на все вопросы получен ответ «Да», это благоприятный исход.

Если же хотя бы на один вопрос ответ «Нет», состояние плода следует оценить, как угрожающее.

Оба алгоритма (рис. 64 и 65) делают одно и то же. Какой из них следует предпочесть? Ответ: левый, так как в нем выполняется эргономичное правило «Чем правее, тем хуже».

Угрожающее состояние плода – это худший вариант. Следовательно, правый алгоритм нарушает требования и бракуется.

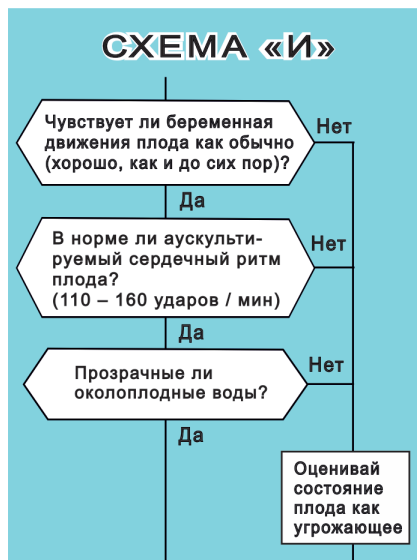


Рис. 64. Схема «И» с тремя условиями. Выход Да слева. Картографический принцип соблюдается [233]



Рис. 65. Схема «И» с тремя условиями. Выход Да справа. Картографический принцип нарушен

СХЕМА «И» ДЛЯ ПОЗИТИВНЫХ И НЕГАТИВНЫХ ВОПРОСОВ

Вернемся еще раз к необходимости различать два понятия:

- позитивный вопрос,
- негативный вопрос.

Им соответствуют две разные схемы:

- стандартная схема «И»,
- нестандартная схема «И».

Все четыре примера на рис. 66–69 удовлетворяют правилам ДРАКОНА и являются правильными. Они рекомендуются в качестве образцов для подражания. Схема «И» соответствует выходу Да.



Рис. 66. Стандартная схема «И» с двумя позитивными вопросами [232]



Рис. 67. Нестандартная схема «И» с двумя негативными вопросами [226]

На рис. 66 и 68 (где позитивные вопросы) шампур идет через Да. На рис. 67 и 69 (негативные вопросы) шампур идет через Нет.

МНЕМОНИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО

Стандартная схема «И» похожа на «Мачту с парусами», нестандартная – на «Лестницу с уступами».

На рис. 66 мачта имеет два паруса, на рис. 68 – три. Точно так же на рис. 67 лестница имеет два уступа, на рис. 69 – три.

Если добавить еще один или несколько «этажей», мачта будет расти в высоту, а лестница – в ширину.

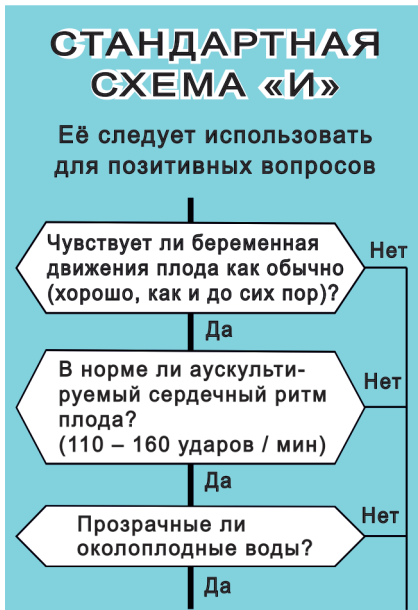


Рис. 68. Стандартная схема «И» с тремя позитивными вопросами [233]

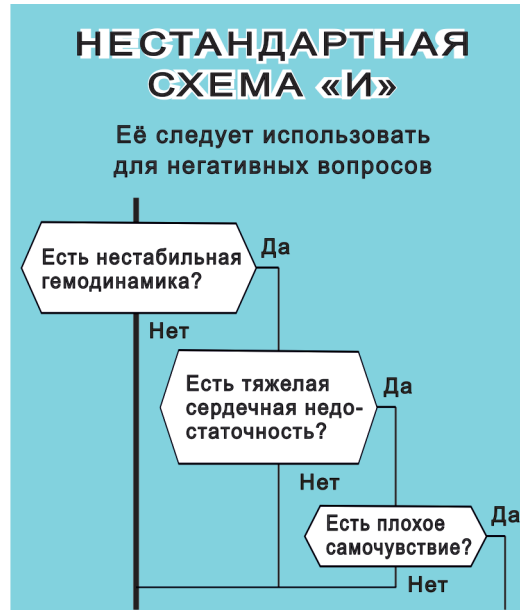


Рис. 69. Нестандартная схема «И» с тремя негативными вопросами [139]

Правило 1 для схемы И

Стандартная схема И (мачта) предназначена для изображения двух и более *позитивных* вопросов. При этом шампур помечают словом Да.

Правило 2 для схемы И

Нестандартная схема И (лестница) предназначена для изображения двух и более *негативных* вопросов. При этом шампур помечают словом Нет.

НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА. СХЕМА «ИЛИ» И ЗАКОН ДЕ МОРГАНА

Мы рассмотрели свыше тридцати примеров с профессиональными медицинскими текстами, которые выполняют различные логические функции (рис. 36–69). Во всех случаях логические функции реализованы с помощью «невидимой математики», то есть с помощью графики. Графика языка ДРАКОН хороша тем, что позволяет полностью отказаться от логических математических формул.

Как это делается?

Начнем от печки и освежим в памяти рис. 56 и 57. Удалим мысленно медицинский текст в иконах Вопрос. Для краткости заменим его одной буквой (А и В). Результат такого «переодевания» изображен на рис. 70.

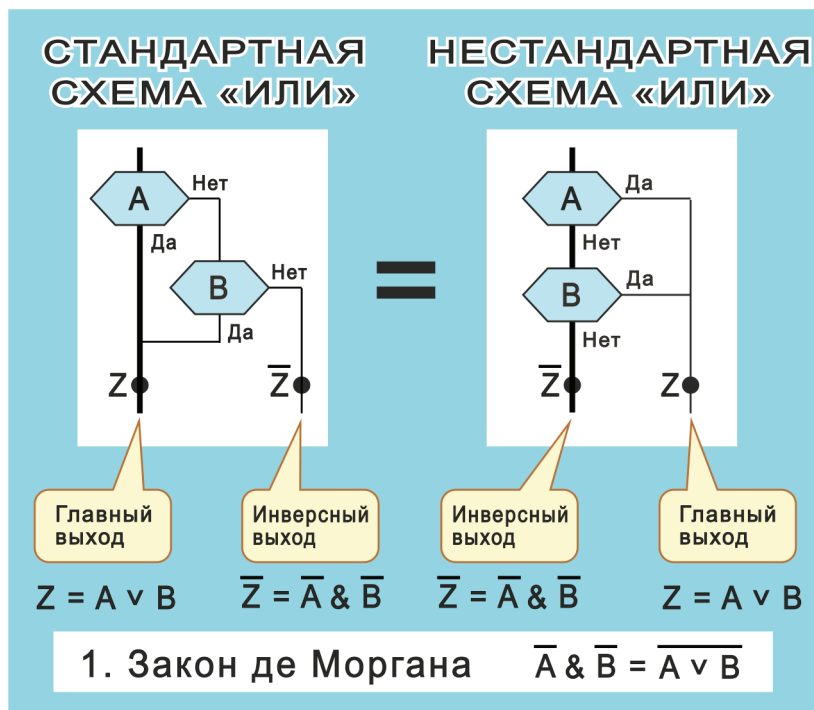


Рис. 70. Две схемы «ИЛИ» в виде лестницы (слева) и мачты (справа) являются равносильными. Они соединены знаком равенства.

Связь между главным и инверсным выходами выражает закон де Моргана

Поедем дальше. Главный выход схемы ИЛИ обозначим буквой Z. Второй выход всегда является инверсным и обозначается через \bar{Z} , где \bar{Z} – логическое отрицание логической переменной Z.

В нижней части рисунка приведены несложные выкладки, которые показывают, что математическое соотношение между главным и инверсным выходами схемы ИЛИ описывается законом Августа де Моргана (Augustus De Morgan) [140].

Нужны ли эти выкладки для практикующего врача? Конечно, нет. Мы привели их только для того, чтобы проиллюстрировать суть понятия «невидимая математика».

Графика языка ДРАКОН полностью заменяет подобные выкладки, отображая математическую сущность проблемы визуальными средствами.

Вывод состоит в том, что – вместо утомительной работы с логико-математическими формулами и таблицами истинности – врачу достаточно запомнить два мнемонических понятия (Мачта и Лестница) и соответствующие им наглядные зрительные образы.

СХЕМА «И» И ВТОРОЙ ЗАКОН ДЕ МОРГАНА

На рис. 71 та же самая проблема решена для схемы «И».

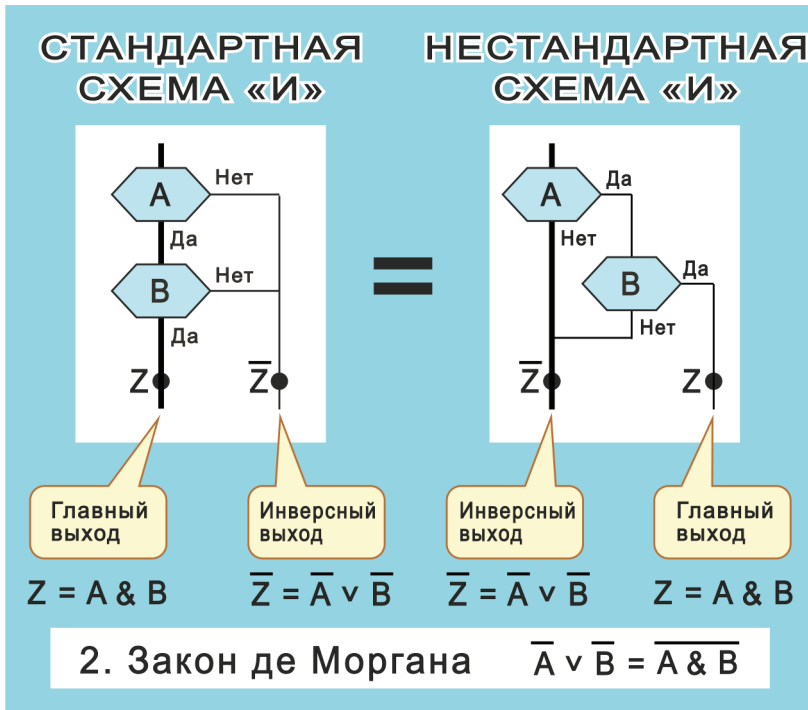


Рис. 71. Две схемы «И» в виде мачты (слева) и лестницы (справа) являются равносильными. Они соединены знаком равенства.

Связь между главным и инверсным выходами выражает второй закон де Моргана

Для начала посмотрим на рис. 66 и 67. Медицинский текст в иконах Вопрос на этих рисунках для краткости заменим буквами А и В. Главный выход схемы И обозначим буквой Z. Второй (инверсный) выход является логическим отрицанием Z. Обозначим его через \bar{Z} (\bar{Z} с чертой).

В нижней части рисунка, как и раньше, приведены логические формулы. Отличие в том, что на этот раз они относятся к схеме И.

Обратите внимание. Математическое соотношение между главным и инверсным выходами схемы И описывается не первым, а вторым законом Августа де Моргана.

ЛОГИЧЕСКОЕ ОТРИЦАНИЕ

Предположим, что «В кармане есть деньги». Применим к этой фразе операцию «НЕ» (логическое отрицание). Получим «В кармане денег нет». Идем дальше. Применим операцию «НЕ» к слову «стабильная». Получим «нестабильная».

Усложним задачу. Рассмотрим алгоритм на рис. 72 в левой рамке и применим к вопросу операцию «НЕ» (логическое отрицание). Одновременно переставим слова Да и Нет. Эти два изменения компенсируют друг друга. В итоге образуется точно такой же (равносильный) алгоритм. Он изображен на рис. 72 справа.

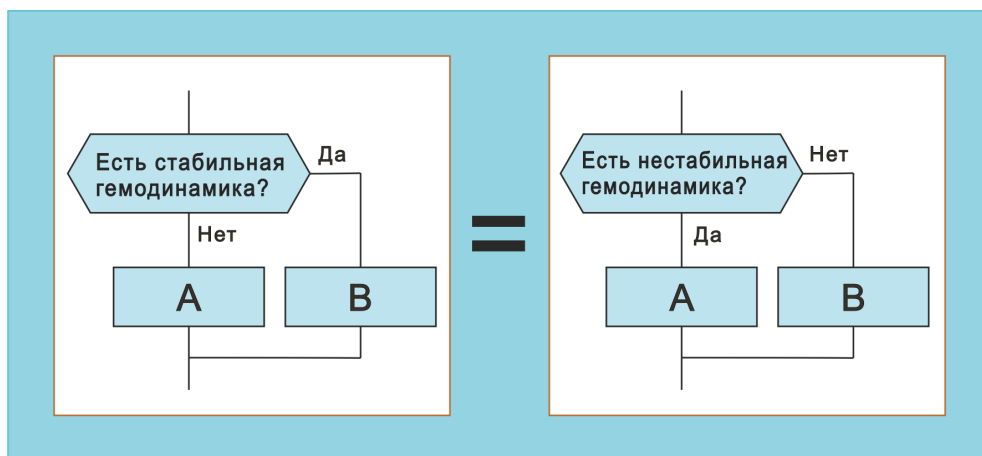


Рис. 72. Пример операции «НЕ» (логическое отрицание). Если в правой развилке удалить отрицательную частицу «не» и поменять местами ответы Да и Нет, получим равносильный алгоритм, нарисованный в левой рамке

Два одинаковых алгоритма, как обычно, соединены знаком равенства.

РОКИРОВКА

Мы приближаемся к самому интересному месту данной главы. Главный секрет связан с понятием *рокировка*.

На рисунках 36–55 мы брали «каждой твари по паре» и попарно анализировали медицинские алгоритмы. Правый алгоритм из каждой пары мы браковали и зачеркивали жирным крестом. Вместо него в качестве образца выбирали левый алгоритм. И так в каждой паре.

Секрет в том, что забракованный алгоритм мы улучшали и превращали в красавчика, используя операцию *рокировка*.

Рокировка обладает удивительным свойством. Она может исправить плохое и создать хорошее. Подобно магическому заклинанию она превра-

щает алгоритмического уroda в красавца. Конечно, это возможно лишь тогда, когда оба алгоритма равносильны (рис. 73).

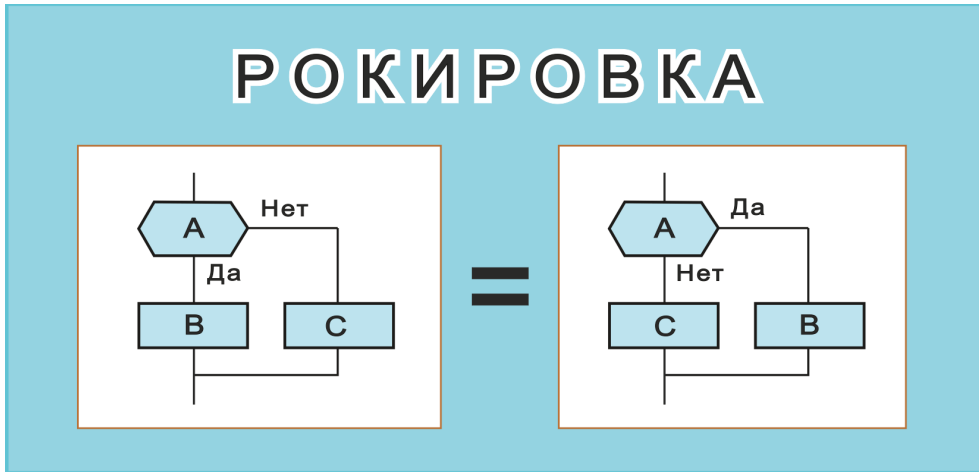


Рис. 73. Рокировка преобразует левую развилку в правую (можно и наоборот).
При этом:

- Графика остается неизменной.
- Меняются местами иконы В и С.
- Слова Да и Нет также меняются местами.

Рокировка – операция, которая видоизменяет внешний облик алгоритма, не меняя его по существу. Это значит, что рокировка – равносильное преобразование алгоритма. При рокировке смысл алгоритма не меняется.

Уточним. Операция «рокировка» относится не ко всему алгоритму, а только к одной развилке (как показано на рис. 73).

Говоря упрощенно, при рокировке левая и правая части развилки меняются местами. Назовем эти части *плечами*.

Левое плечо развилки есть маршрут от нижнего выхода иконы Вопрос до точки слияния. Оно содержит ответ «Да», икону В и вертикальную линию (рис. 73, слева).

Правое плечо – путь от правого выхода иконы Вопрос до точки слияния. Оно включает слово «Нет», икону С и соединительные линии.

Что такое рокировка?

Это плеч перестановка!

ПРИМЕР РОКИРОВКИ

Пример показан на рис. 74. В чем заключается рокировка в данном случае? Чтобы ответить, надо сравнить развилки в левой и правой рамке. И посмотреть, что изменилось.

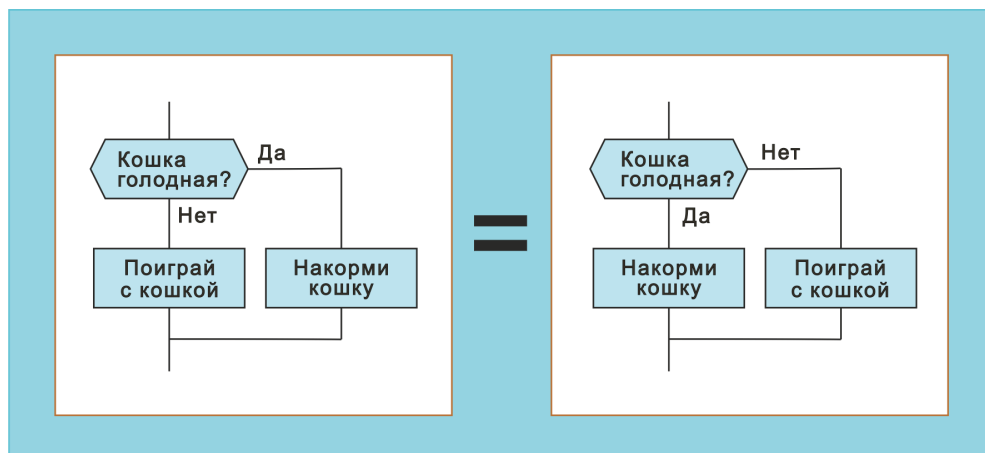


Рис. 74. Пример операции «рокировка». Две схемы являются равносильными. Они соединены знаком равенства. Плохую схему справа можно исправить рокировкой и превратить в хорошую схему слева

Две иконы «Поиграй с кошкой» и «Накорми кошку» поменялись местами. Точно так же переехали слова Да и Нет. Все остальное осталось на прежнем месте.

ЗАЧЕМ НУЖНА РОКИРОВКА

При проведении рокировки следует ответить на два вопроса.

1. Что было и что стало?
2. Зачем нужна рокировка в данном случае?

Предположим, что исходной является схема в правой рамке на рис. 74. Эта схема имеет дефект – нарушено правило «Чем правее, тем хуже». Действительно, голод не тетка. Если кошка голодная, это плохо, если сытая, хорошо.

Недостаток правой схемы заключается в том, что голодная кошка находится на главном маршруте. Это неправильно. Чтобы устранить недостаток, надо осуществить рокировку. Рокировка перетащит голодную кошку на боковой маршрут, и все будет в порядке.

После рокировки получим схему в левой рамке на рис. 74. Таким образом, плохую схему в правой рамке можно с помощью рокировки улучшить, облагородить и преобразовать в хорошую схему, находящуюся в левой рамке.

Двинемся дальше. Забудем про голодных кошек и свежим взглядом глянем на дружные парочки медицинских алгоритмов на рис. 36–55.

Отметим, что во всех случаях наблюдается одна и та же картина. А именно: в каждой «парочке» исходной является правая, бракованная

схема – та, что зачеркнута. Так вот, эту негодную схему необходимо исправить с помощью спасительной рокировки. И превратить в хороший алгоритм, размещенный в левой части каждой пары.

Это означает, что мы сразу получили десяток убедительных примеров (рис. 36, 38–54). Потому что рокировка позволила исправить дефектную схему и превратить ее в хороший медицинский алгоритм.

РОКИРОВКА МОЖЕТ УЛУЧШИТЬ ЭРГОНОМИЧНОСТЬ АЛГОРИТМОВ

Мы старались показать, что рокировка отличная вещь, праздник души, именины сердца. Осталось выяснить, как с пользой для дела использовать ее на практике. Здесь есть заминка – с непривычки можно попасть в лужу.

Чтобы этого не случилось, рассмотрим довольно сложную задачу. Не одну-единственную развилку, а большой, солидный алгоритм «Обед в ресторане».

На рис. 75 показана плохая дракон-схема. Согласно правилу главный маршрут (жирная линия) должен быть прямым, как стрела, и идти точно по шампуру. А он вместо этого превратился в ломаную-переломаную линию, которая делает невообразимые скачки и путает читателя. Чтобы исправить ошибку, нужно несколько раз сделать рокировку.

Интересно, сколько раз? Оказывается, шесть! Чтобы вылечить больную схему, необходимо выполнить операцию «рокировка» ровно шесть раз!

Начнем по порядку.

Первый раз делаем рокировку в развилке «В меню есть ваш любимый салат?». Во второй – в развилке «Есть хоть какой-то салат?». Двойная рокировка позволяет пустить главный маршрут по шампуру на верхнем участке. Однако внизу главный маршрут по-прежнему совершает неоправданные зигзаги.

Затем делаем рокировку в развилке «Борщ очень вкусный?» И еще раз в развилке «Борщ пересолен?» Тем самым улучшаем среднюю часть схемы.

Нам осталось выпрямить главный маршрут на нижнем участке. Для этого переставляем плечи у двух развилки: «Жаркое как подошва?» и «Другая порция еще хуже?».

В результате шести рокировок наша мечта сбылась! Неэргономичная схема на рис. 75 превратилась в хорошую (эргономичную) схему на рис. 76.

Подведем итоги. Выпрямляя главный маршрут, мы делаем алгоритм более наглядным и легким для понимания. Главный маршрут – путеводная нить алгоритма, позволяющая быстрее уяснить суть дела и не заблудиться в хороводе развилки.

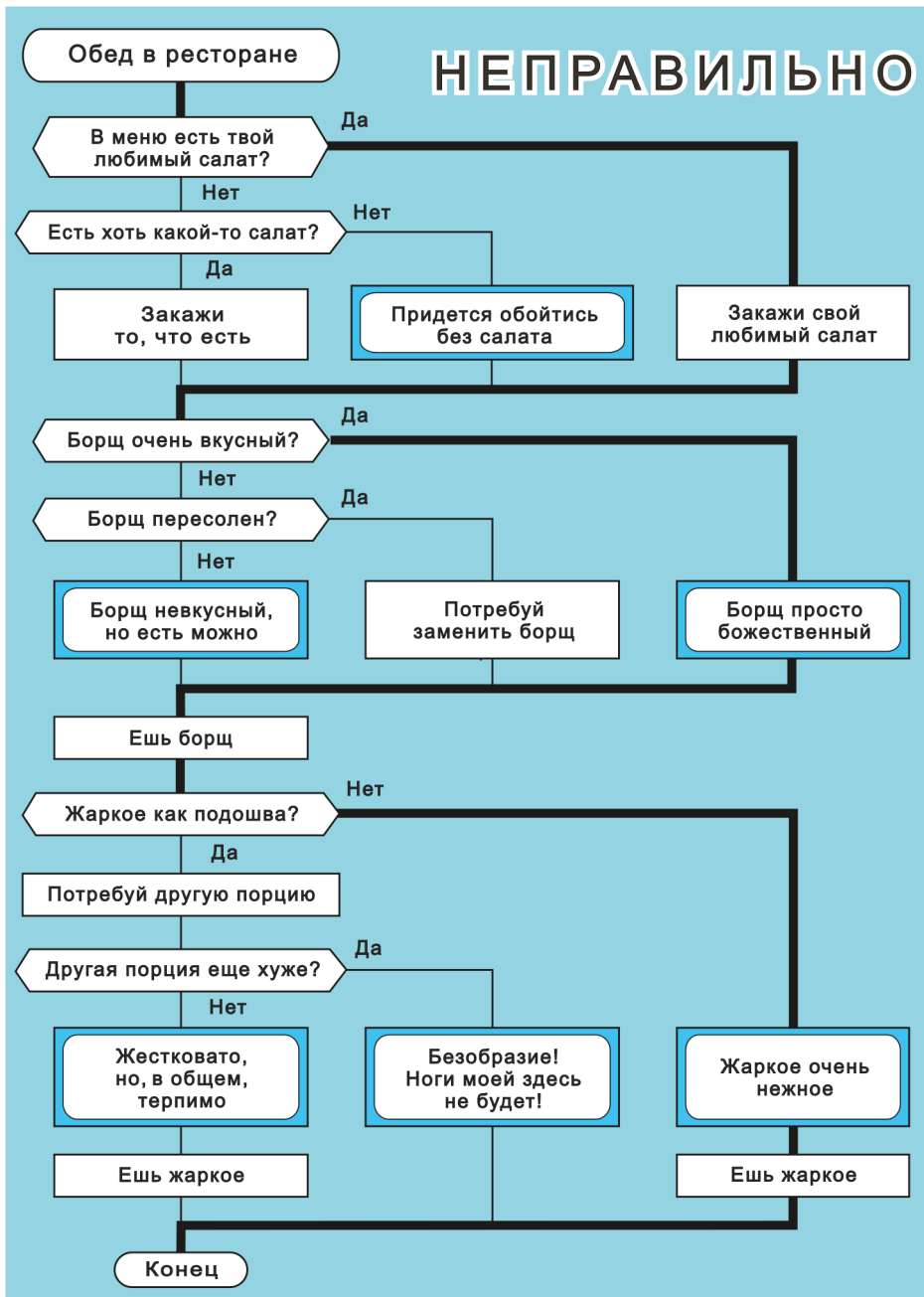


Рис. 75. Плохой дракон-алгоритм. Главный маршрут (жирная линия) все время петляет и делает зигзаги. Его трудно проследить взглядом

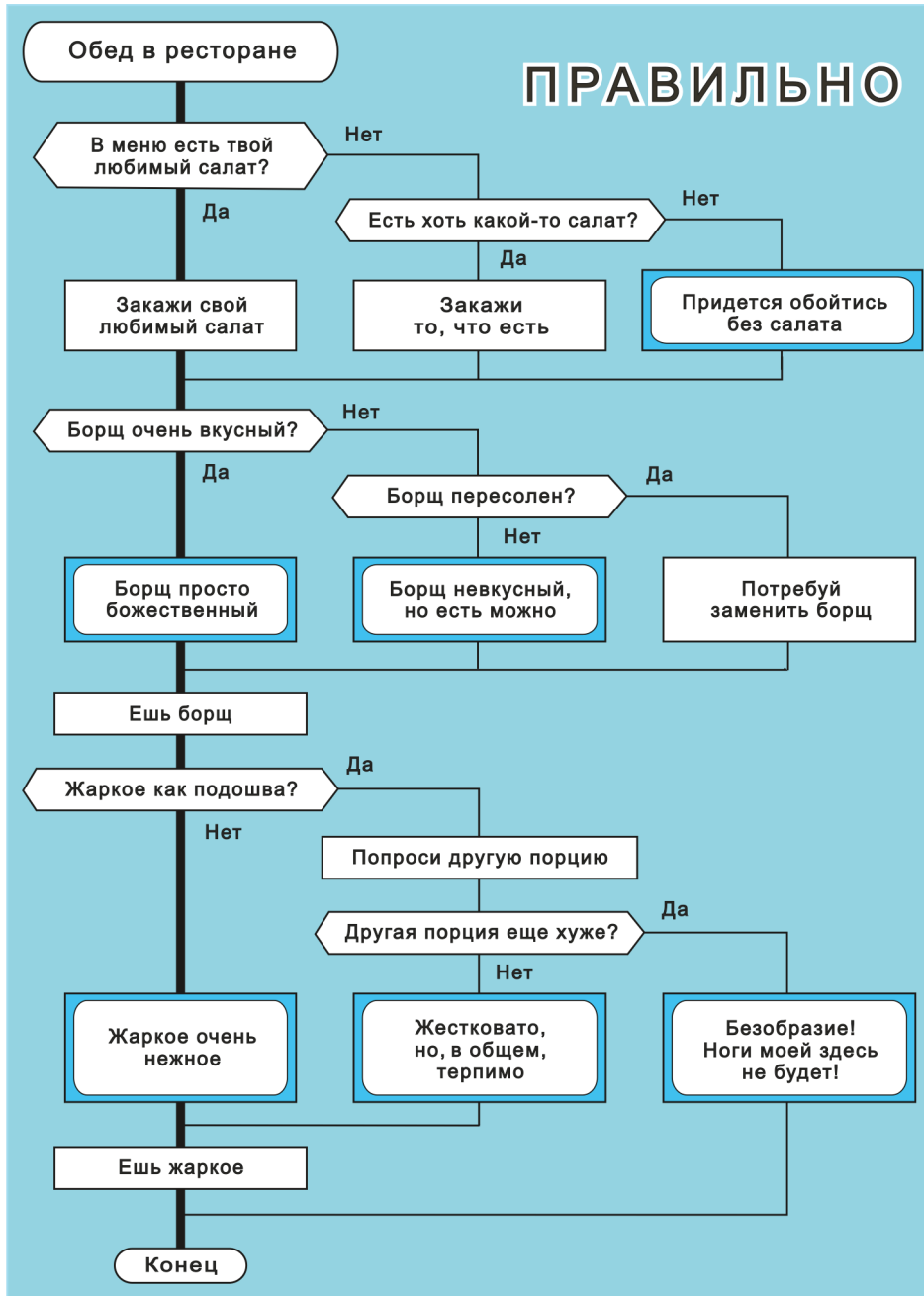


Рис. 76. Хороший дракон-алгоритм. Он получен в результате улучшения схемы на рис. 75. Главный маршрут прямой как стрела. Выполняется правило «Чем правее, тем хуже».

А теперь – самое главное. Мы осуществили выпрямление главного маршрута не случайно, не по принципу «Что хочу, то и ворочу!», а на основании строгого математического закона – *закона рокировки*. Напомним суть закона: рокировка – равносильное преобразование алгоритма. При рокировке смысл алгоритма не меняется.

Полученный результат чрезвычайно важен. Мы воочию убедились, что рокировка позволяет улучшить наглядность и эргономичность алгоритмов.

Закон рокировки придает нашим эргономическим действиям (позволяющим выпрямить «кривой» главный маршрут) математическую строгость и точность.

ПОПУТНЫЙ СОВЕТ РАЗРАБОТЧИКУ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ

В медицинской литературе процедурные и декларативные знания не разграничены и перемешаны, что вносит серьезные трудности при разработке алгоритмов.

В медицинских текстах и публикациях завершённые алгоритмы в большинстве случаев отсутствуют (такова традиция). Обычно они представлены не целиком, а в виде мелких и мельчайших фрагментов (вкраплений), которые переплетаются с другой информацией.

1. Чтобы вычлени́ть алгоритмические знания (вкрапления), их необходимо очистить, отсортировать и отделить от других тем и материалов.
2. Чтобы извлечь медицинский алгоритм из медицинских публикаций, необходимо:
 - Отделить процедурный текст от декларативного.
 - Выявить все условия, в том числе пропущенные в тексте.
 - Выделить все сложные условия, раздробить и заменить каждое из них на несколько простых условий.
 - Обеспечить эргономическую упорядоченность алгоритма, проверив строгое соблюдение картографического принципа.

Картографический принцип обеспечивает порядок, эргономическую наглядность и концептуальное единство во всех частях медицинского алгоритма.

ВЫВОДЫ

1. Язык ДРАКОН позволяет существенно упростить сложную логику медицинских алгоритмов и представить ее в виде наглядных зрительных образов.
2. Вместо утомительной работы с логическими формулами врачу достаточно запомнить два мнемонических понятия (Мачта и Лестница) и соответствующие им зрительные образы.
3. Графические логические схемы подчиняются следующим закономерностям:
 - Стандартная схема ИЛИ (лестница) служит для представления двух и более позитивных вопросов. Шампур помечают словом Да.
 - Нестандартная схема ИЛИ (мачта) предназначена для изображения двух и более негативных вопросов. Шампур маркируют словом Нет.
 - Стандартную схему И (мачту) используют, чтобы показать два и более позитивных вопроса. Возле шампура пишут Да.
 - Нестандартную схему И (лестницу) применяют, чтобы изобразить два и более негативных вопроса. Рядом с шампуром пишут Нет.
4. Графическая схема логического отрицания позволяет изменять и варьировать логические условия в схемах ИЛИ и И, обогащая выразительные возможности графической логики.
5. Рокировка – равносильное преобразование медицинского алгоритма, которое видоизменяет внешний графический облик алгоритма, не меняя его сути. При рокировке смысл алгоритма не меняется.
6. Рокировка позволяет улучшить наглядность и эргономичность медицинских алгоритмов и устранить нарушение картографического принципа.
7. Закон рокировки придает эргономическим действиям разработчика алгоритма (направленным на соблюдение картографического принципа) математическую строгость и точность.
8. В языке ДРАКОН реализован принцип невидимой математики. Это значит, что логические операции: дизъюнкция \vee , конъюнкция $\&$, отрицание \neg и законы Августа де Моргана становятся полностью «невидимыми» для врача и реализуются в медицинских алгоритмах с помощью интуитивно понятной графики, что значительно облегчает работу медицинского персонала.

ПОВТОРЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ ДЕЙСТВИЙ, ИЛИ ЦИКЛ

ЧТО ТАКОЕ ЦИКЛ

В медицине часто приходится повторять одни и те же действия. Как изобразить такое повторение? Для этого используют специальный прием, который называется *цикл*.

Циклические алгоритмы – вещь довольно сложная. Чтобы не затруднять читателя, поясним идею на шутовском сказочном примере. Как говорил великий Блез Паскаль, «предмет математики настолько серьезен, что полезно не упускать случая сделать его немного занимательным» [141].

РАССКАЗ О ЗМЕЕ ГОРЫНЫЧЕ

Предположим, у Змея Горыныча три головы. Чтобы победить Змея, Илья Муромец должен отсечь злодею все головы. То есть три раза исполнить команду «Отруби голову» (рис. 77). Если у Змея пять голов, эту команду придется повторить пять раз (рис. 78).

А если у Змея сто или тысяча голов? Тогда – если действовать в лоб – придется написать подряд сто или тысячу команд. Ясно, что это нелепый путь. Чтобы изложить алгоритм подобным образом, никакой бумаги не хватит!

Чтобы не писать слишком много одинаковых команд, нужно использовать цикл. *Цикл* – это повторяющееся исполнение одних и тех же команд. Фокус в том, что команда в алгоритме записывается *один* раз, а исполняется *много* раз – столько, сколько нужно.

Как работает цикл? Предположим, у Змея только одна голова, которую мы победили с помощью команды 1 (рис. 79). В этом случае на вопрос 2: «У Змея Горыныча остались живые головы?» – отвечаем Нет, и алгоритм заканчивается.

Если же у Змея есть уцелевшие головы, отвечаем Да и, проходя через стрелку, снова попадаем на вход иконы 1. После чего рубим следующую го-

лову. Еще раз задаем вопрос 2. Если у Змея по-прежнему остались головы, отвечаем Да и вновь возвращаемся на вход иконы 1.

Таким образом, исполнение команд 1 и 2 может продолжаться и сто, и двести, и тысячу раз – до тех пор, пока наш алгоритм (управляющий Ильей Муромцем) не отсечет у Змея все головы до последней – см. также рис. 80.

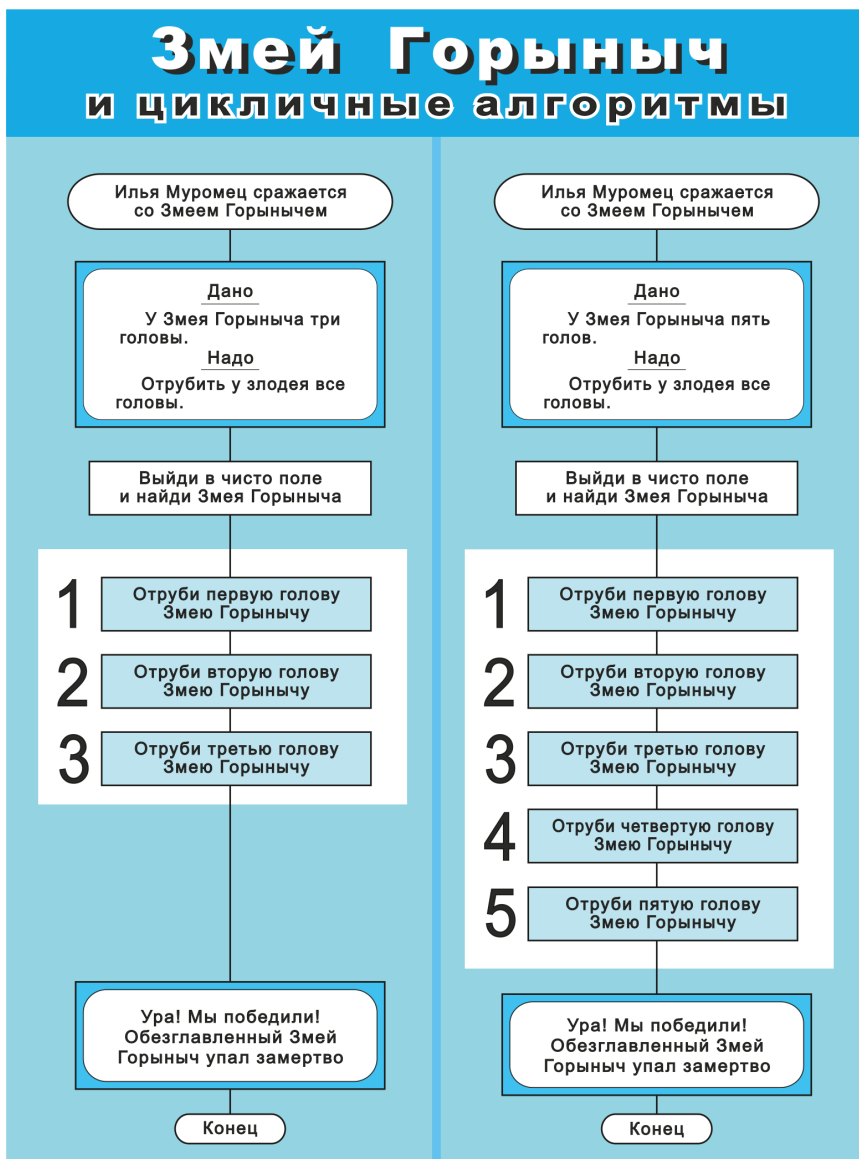


Рис. 77. Плохой (очень длинный) алгоритм. Чтобы отрубить три головы, приходится писать три команды «Отруби голову»

Рис. 78. Плохой (очень длинный) алгоритм. Чтобы отрубить пять голов, надо написать пять команд «Отруби голову». А если у Змея сто голов?

Змей Горыныч и циклические алгоритмы



Это и есть ЦИКЛ, которого боится Змей Горыныч

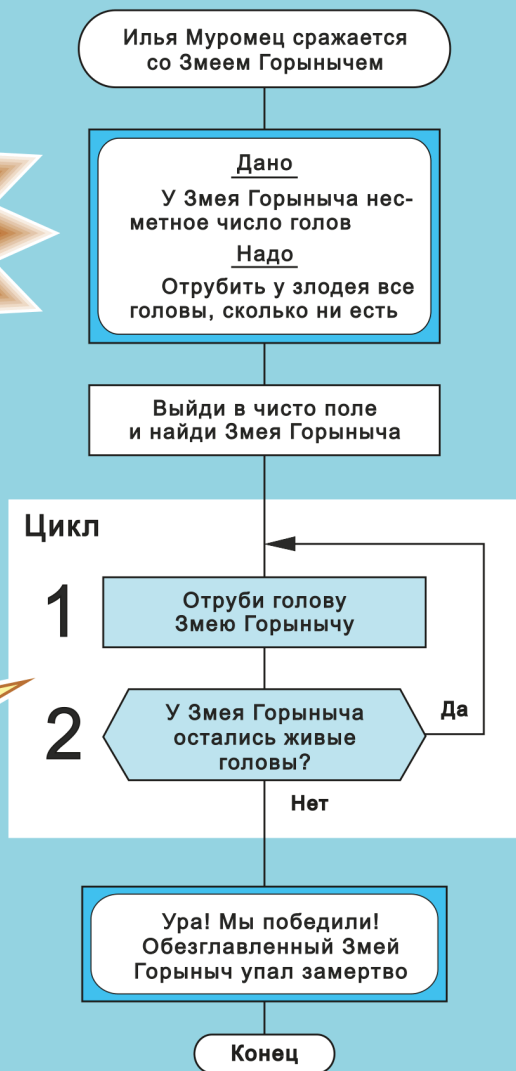
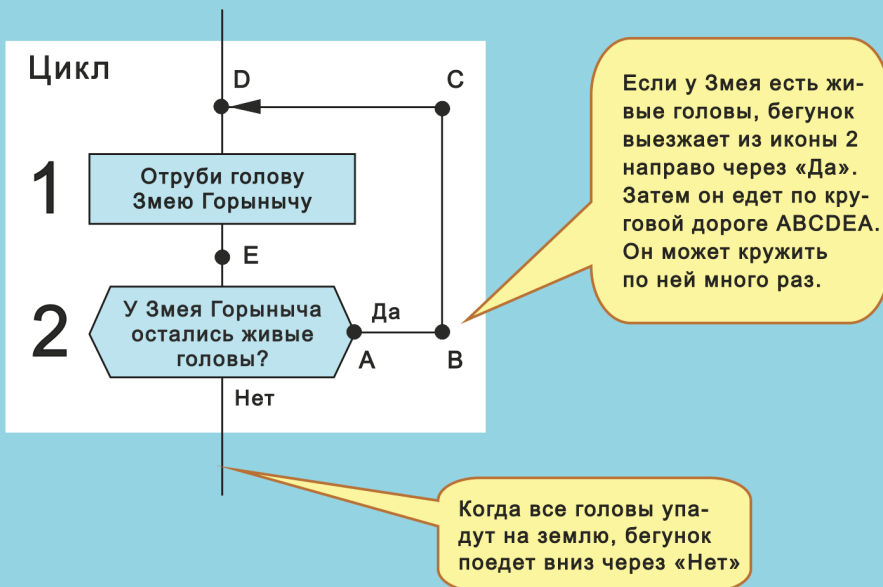
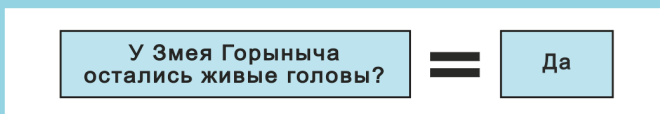


Рис. 79. Хороший (короткий) алгоритм. А почему он короткий? Потому что в нем есть ЦИКЛ. Циклический алгоритм позволяет отрубить любое число голов. При этом нужна всего одна команда «Отруби голову»

Змей Горыныч и циклические алгоритмы



УСЛОВИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ ЦИКЛА



УСЛОВИЕ ОКОНЧАНИЯ ЦИКЛА

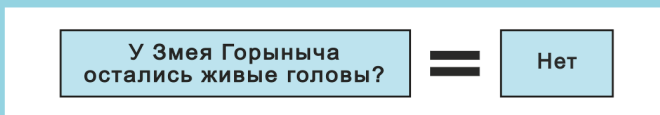


Рис. 80. Цикл – это замечательно! Команды 1 и 2 повторяются много раз, если выполняется УСЛОВИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ ЦИКЛА

УСЛОВИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ И ОКОНЧАНИЯ ЦИКЛА

Следует различать два понятия (рис. 80):

- условие продолжения цикла,
- условие окончания цикла.

Пока выполняется первое условие, действие повторяется снова и снова. В нашем примере это значит, что Илья Муромец безостановочно рубит головы.

Как только исчезает первое условие, сразу же возникает условие окончания цикла:

У Змея Горыныча остались живые головы? = Нет

Рубить больше нечего. Бегунок на рис. 80 перестает крутиться по круговой дороге и выскальзывает из иконы Вопрос вниз через Нет.

КАК ИЗОБРАЗИТЬ ПОВТОРЕНИЕ ДЕЙСТВИЙ В МЕДИЦИНЕ

При реанимации иногда применяют вдохи «рот в рот». Чтобы выполнить вдох пострадавшему, спасатель должен произвести энергичный выдох.

Предположим, нужно сделать пострадавшему не один искусственный вдох, а много. Как это показать на чертеже? Для этого используют графический цикл.

На рис. 81 в нижней иконе Действие сказано: «Выполни вдох пострадавшему продолжительностью 1 сек.» Выполняя вдох, нужно следить за грудной клеткой пациента. Если она неподвижна (не поднимается), искусственный вдох следует повторять снова и снова. Это легко проследить по алгоритму. Если грудная клетка не шевелится, мы выходим из иконы Вопрос через Нет. А что дальше?

Дальше поворачиваем наверх и по стрелке вновь попадаем в икону «Выполни вдох...». В результате вдох повторяется опять и опять – до тех пор, пока грудная клетка пострадавшего не начнет ритмично подыматься и опускаться.

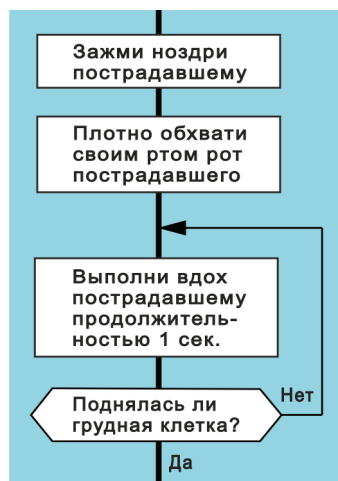


Рис. 81. Применение цикла при реанимации [234]

Таким образом, термин «цикл» используется в медицинских алгоритмах, чтобы обозначить циклическое повторение врачебных действий. На рис. 21 (пункт 3) представлена макроикона «Цикл».

ВЫВОДЫ

1. Если нужно несколько раз повторять медицинскую процедуру, следует использовать графическую фигуру «цикл» (см. макроикону на рис. 21, п. 3).
2. Стрелка цикла всегда закручивается против часовой стрелки.
3. При анализе повторяющихся действий необходимо различать два важных понятия:
 - условие продолжения цикла,
 - условие окончания цикла.
4. Как только будет выполнено условие окончания цикла, он прекращает работу.

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ВРАЧЕЙ

РАБОТА ГРУППЫ ВРАЧЕЙ

До сих пор мы рассматривали одиночную работу врача. Однако в сложных случаях врачи объединяются в бригады и осуществляют медицинскую помощь совместными усилиями.

Отличие в том, что каждый член бригады выполняет свою часть работы не изолированно, а согласованно с другими медиками. Необходима слаженная, синхронная и хорошо скоординированная деятельность персонала. Члены группы работают одновременно и параллельно.

Параллельную работу медицинских работников нужно уметь изображать в виде алгоритма. Подобные алгоритмы называются *параллельными*.

В данной главе представлены параллельные алгоритмы, описывающие работу двух врачей.

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА БРИГАДЫ СКОРОЙ ПОМОЩИ

На рис. 82 показана деятельность двух работников скорой помощи. Алгоритм определяет порядок выполнения неотложных действий по спасению пострадавшего мотоциклиста. Он находится без сознания после дорожной аварии с подозрением на перелом позвоночника.

Помощь мотоциклисту оказывают два спасателя. Они работают одновременно и параллельно. На рисунке им присвоены номера 1 и 2. Действия первого спасателя описаны в левом столбце, второго – в правом.

Важно отметить, что действия спасателей скоординированы во времени. Координация показана с помощью двух икон:

- *Начало* синхронной работы спасателей обозначается двойной линией.
- *Конец* синхронного участка изображают одиночной (горизонтальной) линией, в которую сверху вонзаются две стрелки.

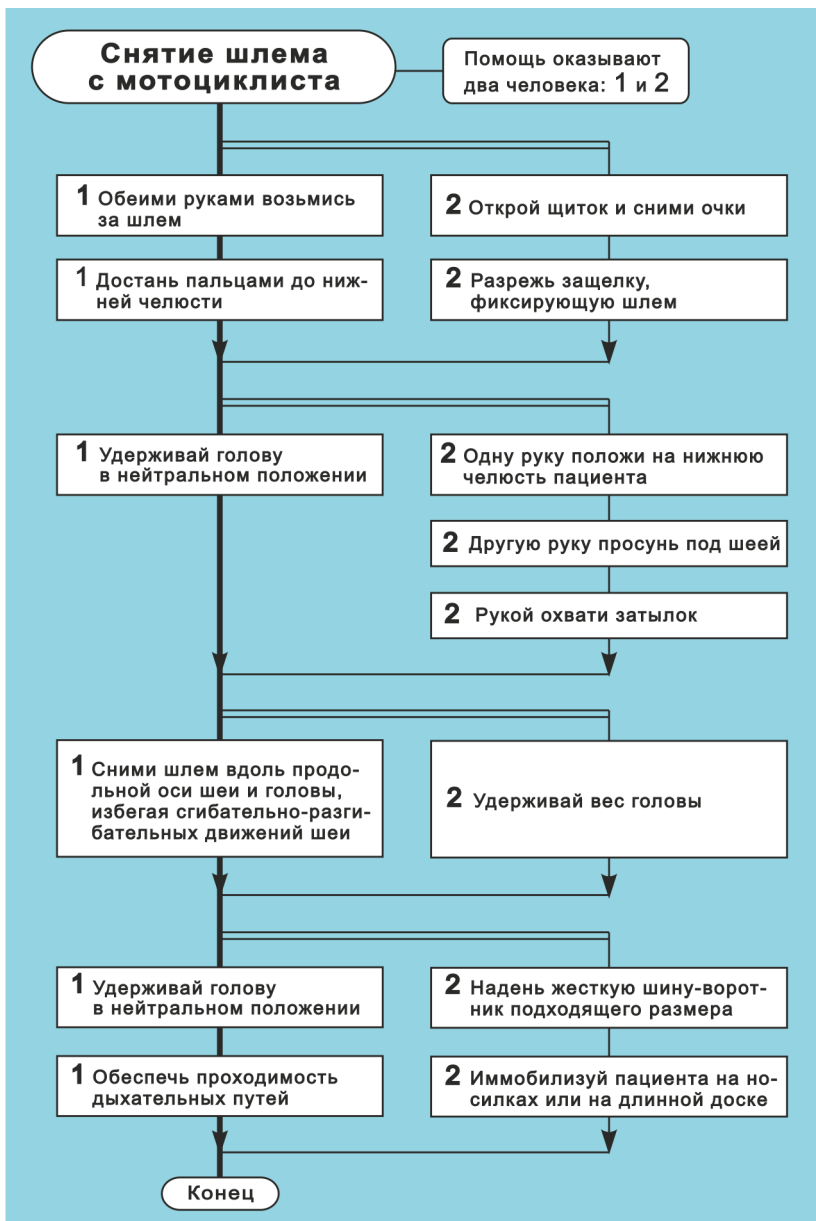


Рис. 82. Алгоритм, описывающий работу двух работников скорой помощи [142]

ПРАВИЛА НУМЕРАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ

При разработке параллельного медицинского алгоритма необходимо заранее установить четкую нумерацию членов врачебной бригады. Например, для бригады из двух специалистов, необходимо:

- Справа от иконы Заголовок присоединить икону Пояснение с надписью: «Помощь оказывают два человека: **1** и **2**».
- В левой части всех без исключения икон алгоритма поставить номер ответственного за данную операцию члена бригады: **1** или **2**.
- Цифры должны быть крупными и жирными (в пределах разумного), чтобы они сразу бросались в глаза и не вызывали затруднений у читателей.
- Если какую-то операцию медики выполняют вдвоем, в соответствующей иконе слева пишут два номера через запятую: **1, 2**.

Соответствующие иллюстрации показаны на рис. 82 и 83.

Примечание. Икона Пояснение приведена в справочнике на рис. 20, пункт 19.

ДВУХПОТОЧНЫЙ УЧАСТОК

Двухпоточный участок – часть параллельного алгоритма, обладающая следующими свойствами:

- Начало участка обозначено двойной линией, а конец – одиночной.
- В начале участка единый маршрут (поток) раздваивается и превращается в два: левый и правый. В конце участка, наоборот, два потока объединяются и превращаются в один.
- Двухпоточный участок решает строго определенную функциональную задачу, требующую синхронных действий членов медицинской бригады.

Сверхзадача алгоритма на рис. 82 соответствует принципу «Не навреди». Любое небрежное или неосторожное действие спасателей может усугубить состояние мотоциклиста и нанести ему непоправимый вред. Исходя из сверхзадачи, алгоритм разбит на четыре двухпоточных участка, каждый из которых выполняет свою частную задачу.

- *1-й участок.* Выполнить подготовительные операции: открыть щиток, снять очки, разрезать защелку.
- *2-й участок.* Установить руки второго спасателя в нужное положение, чтобы подготовиться 3-му участку (где надо удерживать вес головы).
- *3-й участок.* Снять шлем мотоциклиста.
- *4-й участок.* Надеть жесткую шину-воротник и иммобилизовать пострадавшего на носилках или доске.

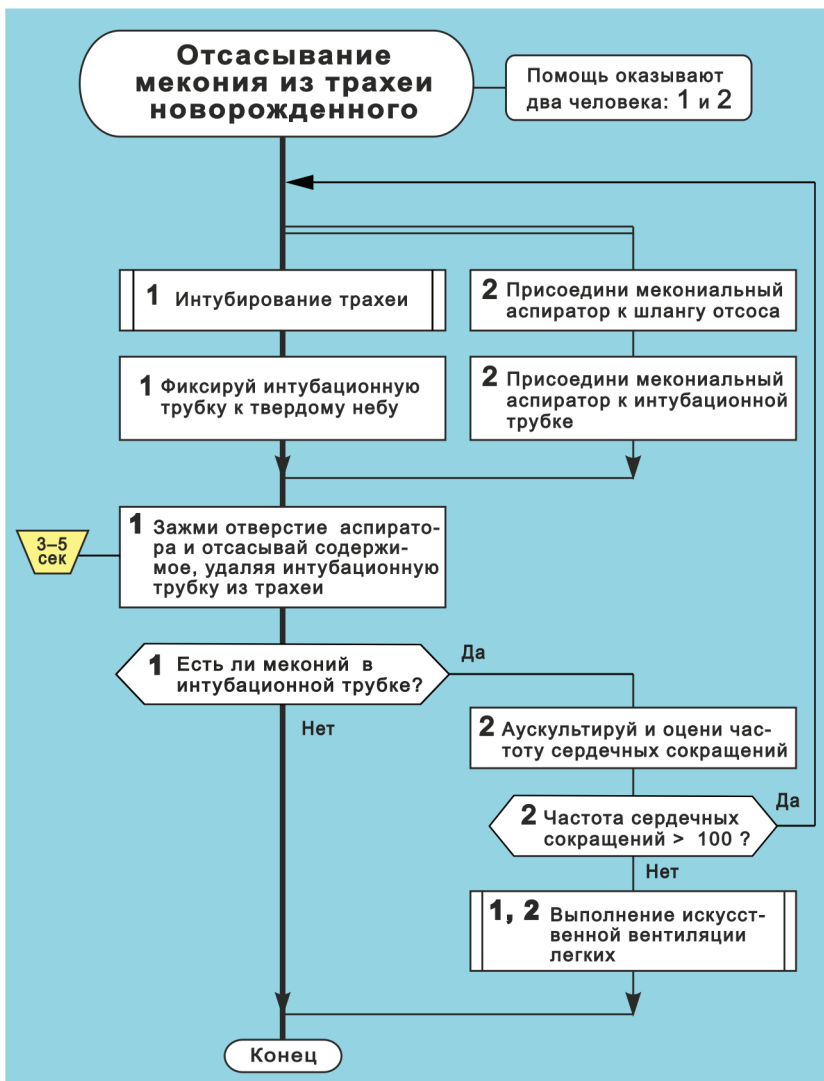


Рис. 83. Алгоритм «Отсасывание мекония из трахеи новорожденного» [143]

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ПРИ ОТСАСЫВАНИИ МЕКОНИЯ ИЗ ТРАХЕИ НОВОРОЖДЕННОГО

Рассмотрим более сложный случай. В алгоритме на рис. 83 применяются три интересных приема:

- совместная работа врачей,
- цикл,
- икона Вставка.

Алгоритм выполняют два врача, которым на чертеже присвоены номера **1** и **2**. Действия первого врача описаны в левом столбце, второго – в правом.

Действия врачей согласованы во времени. Начало совместной работы показано в виде двойной линии, конец – одиночной.

Тонкость состоит в том, что бегунок в верхней части чертежа (ниже двойной линии) раздваивается и одновременно проходит по двум маршрутам: левому и правому. Затем (в конце двухпоточного участка) два бегунка сливаются в один. Это происходит выше иконы «Зажми отверстие аспиратора...». Далее следует один-единственный бегунок.

Тем самым бегунок наглядно демонстрирует групповой характер работы врачей.

Обратите внимание. В данном алгоритме совместная работа отражается двумя способами, именно:

- двухпоточный участок.
- нумерация специалистов,

В верхней части рисунка используются оба способа, а в нижней только один – нумерация специалистов.

Перейдем к анализу цикла. Как его обнаружить?

Найдите горизонтальную стрелку (именно горизонтальную). Затем пройдите по длинной линии, исходящей из иконы Вопрос «Частота сердечных сокращений >100?» через Да.

Проследите карандашом путь, идущий после стрелки вниз через иконы:

- «Интубирование трахеи».
- «Фиксируй интубационную трубку...».
- «Зажми отверстие аспиратора...».
- «Есть ли меконий в интубационной трубке?» Да.
- «Аускультуй и оцени частоту...».
- «Частота сердечных сокращений >100?» Да.

Если на оба вопроса постоянно дается ответ Да, ваш карандаш будет двигаться по кругу против часовой стрелки, описывая все новые и новые круги и никогда не остановится. Получится так называемый бесконечный цикл, из которого нет выхода.

В реальности такого быть не может по двум причинам.

В благополучном случае весь меконий из трахеи будет отсосан, и мы выйдем из иконы Вопрос «Есть ли меконий в интубационной трубке?» через Да.

В неблагоприятном случае (когда частота сердечных сокращений новорожденного менее 100 ударов в минуту, то есть новорожденный неактивный), следует незамедлительно начать искусственную вентиляцию легких. На алгоритме хорошо видно, что из иконы Вопрос «Частота сердечных сокращений >100?» мы выходим через Да.

Вставка. На рис. 83 используются две иконы Вставка:

- «Интубирование трахеи»,
- «Выполнение искусственной вентиляции легких».

Каждая из них представляет собой сложный алгоритм, который обязательно должен быть раскрыт где-нибудь в подходящем для этого месте. Причем читатель должен иметь возможность попасть в это место и ознакомиться с алгоритмом. Если такой возможности нет, значит Вставка превращается в шараду: «Пойди туда, не знаю куда».

В таких случаях говорят, что медицинский алгоритм выполнен некачественно и раскрыт не полностью. Это грубая алгоритмическая ошибка.

Примечание. Описание иконы Вставка дано также в главе 7 на рис. 23 и 24.

ИКОНА «ВРЕМЯ»

Давайте посмотрим на рисунок 83 через увеличительное стекло и найдем желтую икону Время. Чтобы она всегда была под рукой, перенесем ее вместе с соседкой на рис. 84.

Мы видим, что икона Время всегда образует пару. Она прицеплена слева к своей хозяйке – иконе Действие и указывает *длительность выполнения операции*.

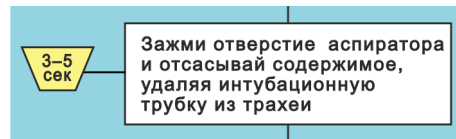


Рис. 84. Икона Время

Но это не все. Икона Время выполняет более тонкую и важную функцию. Поскольку речь идет о спасении жизни новорожденного, она подсказывает врачу, что он обязан выполнить действие **БЫСТРО**, за 3–5 секунд, потому что при реанимации счет идет на секунды.

Конечно, можно поступить по-другому и обойтись без иконы Время. Для этого нужно:

- перетащить информацию о длительности в «хозяйскую» икону Действие;
- в последней написать: «Зажми отверстие аспиратора и отсасывай содержимое, удаляя интубационную трубку из трахеи. Длительность этого процесса равна 3–5 секунд». Этот вариант показан на рис. 85.

Однако такой способ намного хуже. Беда в том, что высказывание получилась слишком длинное и неудобное для чтения. Чтобы облегчить труд читателя, длинную словесную глыбу лучше разбить на две части. И поместить их в две разные иконы – Время и Действие. Именно так сделано на рис. 84.

При этом необходимость читать длинный и громоздкий текст отпадает. Икона Время быстро и элегантно предоставляет врачу важную информацию, избавляя его от необходимости выискивать предупреждение о времени в темных закоулках мудреного словесного абзаца.

Таким образом, икона Время позволяет качественно улучшить алгоритм. Она создает удобное средство для синхронизации и координации временных соотношений в медицинских алгоритмах.

Чтобы медицинская наука интенсивно развивалась, она должна овладеть новым языком для описания медицинских знаний. Этот язык должен быть очень хорошим. Он должен позволять создавать высококачественные медицинские алгоритмы – доступные, удобные, легкие для понимания. Язык ДРАКОН призван способствовать достижению этой цели. На отдельных частных примерах мы стремимся показать различные возможности языка.

ВЫВОДЫ

1. В сложных случаях врачи объединяются в бригады и осуществляют медицинскую помощь коллективно.
2. Параллельные медицинские алгоритмы служат для описания синхронной, точно скоординированной работы членов медицинской бригады.
3. При разработке параллельного медицинского алгоритма используют:
 - правила нумерации специалистов,
 - правила двухпоточного участка.
4. Начало двухпоточного участка обозначают двойной линией, конец – одиночной.
5. Параллельный алгоритм может содержать несколько синхронных (двухпоточных) участков, соединенных последовательно.
6. Координацию длительности операций удобно задавать с помощью иконы Время.

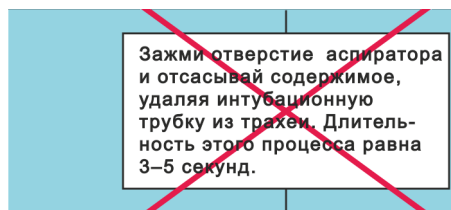


Рис. 85. Вариант без иконы Время

НОВЫЙ СИЛУЭТ МЕДИЦИНСКОГО АЛГОРИТМА

ПРИМИТИВ И СИЛУЭТ

Язык ДРАКОН имеет две алгоритмические конструкции:

- *примитив* (для описания простых медицинских алгоритмов),
- *силуэт* (для сложных и сверхсложных).

В предыдущих главах мы рассматривали простейшие случаи и использовали конструкцию «примитив». Примеры примитивов представлены на рис. 1–4, 23–26, 28, 75–79, 82, 83.

На рис. 8, 9, 14, 15, 29–34, 36–75, 80, 81, 84, 85 показаны фрагменты алгоритмов, которые можно применять где угодно – и в примитиве, и в силуэте.

Чем отличается примитив от фрагмента? Примитив – простой, но полностью законченный алгоритм, имеющий иконы Заголовок и Конец. Фрагмент – недоделанная часть алгоритма, в ней нет ни Заголовка, ни Конца.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЙ НЕДОСТАТОК ПРИМИТИВА

Важно помнить, что примитив имеет ограниченные возможности. Во многих случаях (за исключением самых простых) он не позволяет изобразить ЛЮБОЙ медицинский алгоритм.

От этого недочета свободен силуэт, который можно применять во всех без исключения случаях, в том числе в наиболее сложных и изощренных. Однако для самых простых случаев все-таки выгоднее использовать примитив.

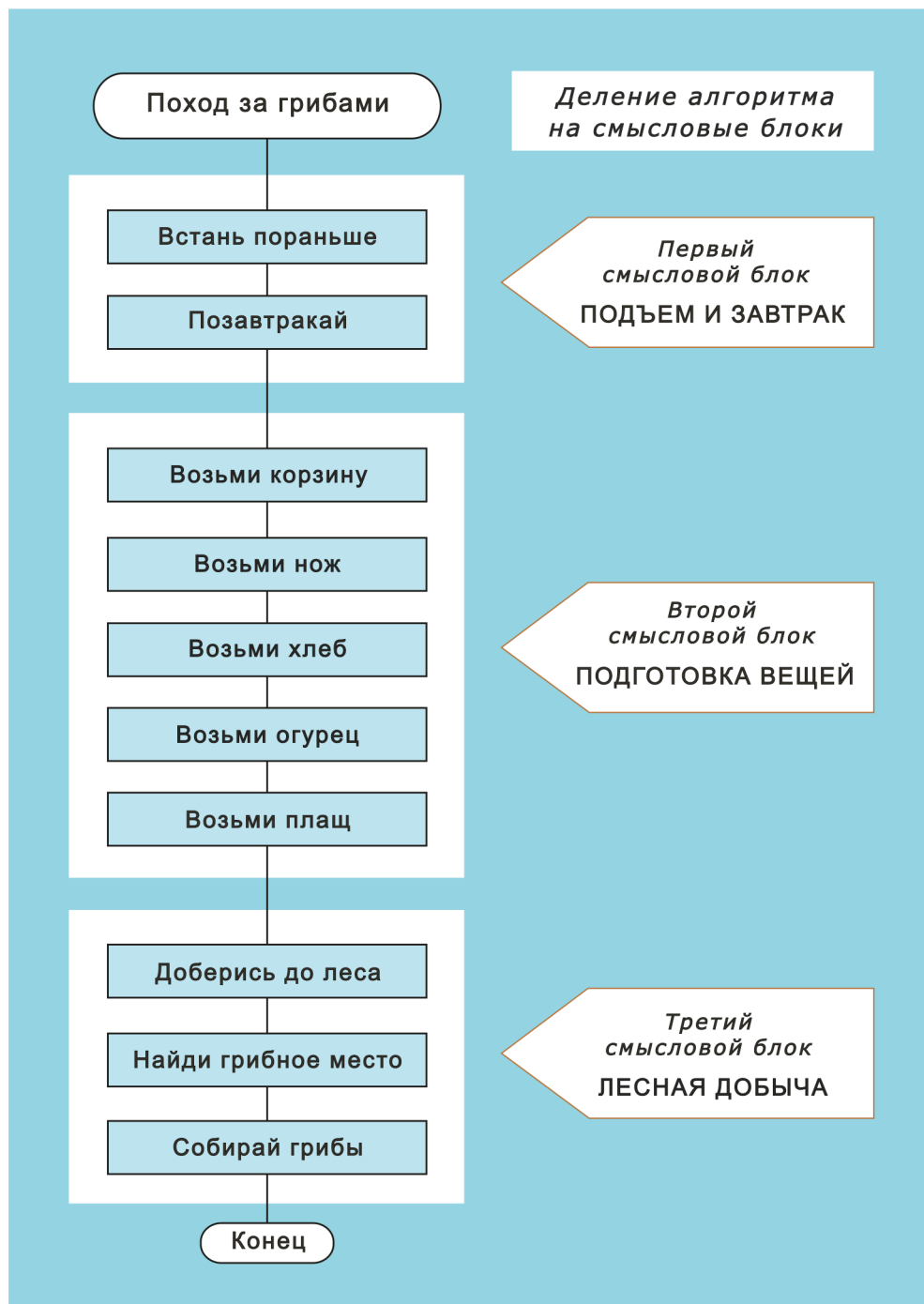


Рис. 86. Алгоритм «Поход за грибами»

ЧТО ТАКОЕ СИЛУЭТ

Силуэт – чрезвычайно мощная алгоритмическая конструкция, обладающая большими выразительными возможностями. Она позволяет описывать медицинские алгоритмы любой сложности, причем делать это в привлекательной для врачей форме.

Силуэт является основным достоинством языка ДРАКОН, его главным оружием.

Основным элементом силуэта является «ветка». С нее-то мы и начнем.

ВЕТКА

На рис. 86 представлен алгоритм «Поход за грибами», содержащий довольно большую последовательность действий. Иной раз такая последовательность может оказаться чрезмерно длинной и утомительной для чтения.



Можно ли облегчить восприятие и анализ подобных «длиннющих» алгоритмов? Можно ли сделать «долговязый» алгоритм обозримым и удобным для быстрого понимания?

Да, можно. Чтобы облегчить работу читателя и сделать алгоритм эргономичным, надо заблаговременно разрезать «длинную кишку» и разбить ее на смысловые части. Сделать это нетрудно. «Поход за грибами» (рис. 86) – это алгоритмический рассказ, в котором можно выделить три крупных куска, три самостоятельных темы:

- Подъем и завтрак.
- Подготовка вещей.
- Лесная добыча.

Каждую тему можно нарисовать в виде ветки. Результат изображен в виде силуэта на рис. 87.

Названия двух новых икон приведены в таблице.

Икона	Название иконы	Пояснение
	Имя ветки	Обозначает начало ветки
	Адрес	Обозначает конец любой ветки, кроме последней

Вопрос. Где начало и конец у первой ветки на рис. 87?

Ответ. Начало – икона «Подъем и завтрак». Конец – «Подготовка вещей». Между началом и концом размещается тело ветки. Оно содержит команды «Встань пораньше» и «Позавтракай».

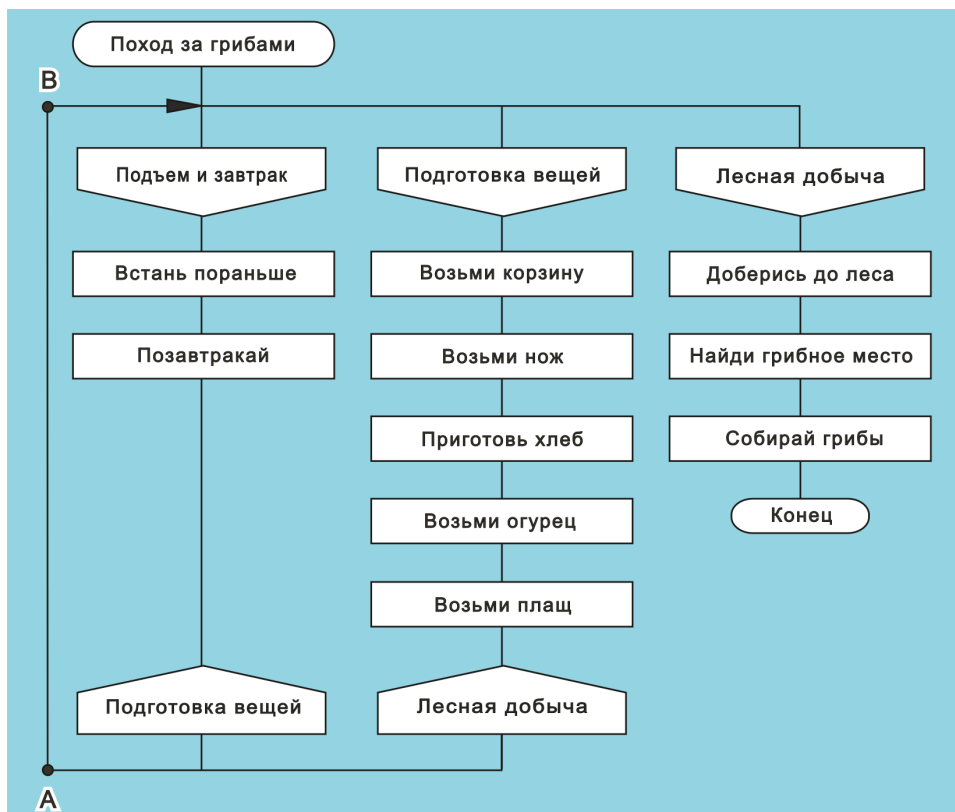


Рис. 87. Алгоритм силуэт «Поход за грибами». Сравни с рис. 86

Чтобы разделить проблему на несколько смысловых частей (например, на пять), разбейте алгоритм на пять веток.

Зачем
нужна ветка?

Чтобы помочь врачу разбить медицинский алгоритм на смысловые части. И, что очень важно, дать частям удобные и точные названия. Название каждой части пишут в иконе «Имя ветки».

Что такое
ветка?

Это смысловая часть алгоритма, которая содержит:

- Икону «Имя ветки» (в ней пишут название смысловой части).
- Тело ветки, состоящее из команд, записанных в иконах.
- Одну или несколько икон Адрес (в любой ветке, кроме последней).

ШПАРГАЛКА

Икона Имя ветки очень похожа на икону Вариант. С непривычки их можно перепутать. Чтобы избежать досадных ошибок, сравните иконы на рис. 88 и 89.

Чем отличается икона «Имя ветки» от иконы «Вариант»?

Икона «Имя ветки»

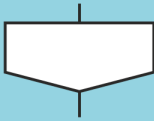


Рис. 88. У иконы «Имя ветки» одна горизонтальная линия

Икона «Вариант»

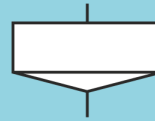


Рис. 89. У иконы «Вариант» две горизонтальные линии

КАК ЧИТАТЬ СИЛУЭТ

Сначала читают Заголовок (рис. 87), затем по шампуру – крайнюю левую ветку. В самом низу находится икона Адрес. Зачем она нужна?

В ней пишут Имя следующей (по порядку исполнения ветки. Икона Адрес не позволит вам сбиться с пути. Она подсказывает, какую ветку следует читать дальше.

Вход в ветку возможен только через ее начало. Выход из последней ветки осуществляется через икону Конец.

ШАПКА

Многие алгоритмы очень сложны. Чтобы разобраться в тонкостях такого алгоритма, нужно прилагать большие усилия и тратить много времени.

Подобную практику следует признать порочной. Алгоритмы можно и нужно сделать легкими для восприятия (эргономичными). Для этого надо давать читателю маленькие, но умные подсказки, проглотив которые, он мог бы легко сориентироваться в задаче и быстро понять, что к чему. Одной из таких подсказок

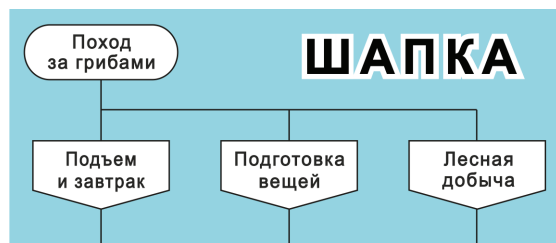


Рис. 90. Шапка – важный элемент силуэта. Она показывает структуру силуэта

служит *шапка*. Название объясняется тем, что шапка находится сверху, «на голове» у алгоритма.

Назначение шапки – помочь читателю мгновенно (за несколько секунд) сориентироваться в задаче и, расчленив ее на части, увидеть структуру алгоритма (рис. 90). Причем увидеть не в фигуральном смысле слова, не с помощью воображения, не духовным оком, а своими двумя глазами – на бумаге или экране.

Что такое шапка?

Это верхняя часть силуэта, которая включает Заголовок алгоритма и комплект икон «Имя ветки».

ТРИ ЦАРСКИХ ВОПРОСА

Сталкиваясь с новой незнакомой задачей, мы обычно желаем получить ответ на три царских (наиболее важных) вопроса:

1. Как называется задача?
2. Из скольких частей она состоит?
3. Как называется каждая часть?

Именно с этих вопросов начинается наше знакомство с задачей при рациональном подходе к делу.

Эргономическая хитрость состоит в том, что шапка, угадывая тайное желание читателя, дает ему подсказку – ответ на все царские вопросы.

Вот ответы для рис. 87.

- Как называется задача? (*Читаем Заголовок алгоритма*).
Поход за грибами.
- Из скольких частей она состоит? (*Считаем иконы «Имя ветки»*).
Из трех.
- Как называется каждая часть? (*Читаем текст в иконах «Имя ветки»*).
 1. Подъем и завтрак.
 2. Подготовка вещей.
 3. Лесная добыча.

КАК БЕГУНОК ДВИЖЕТСЯ ПО СИЛУЭТУ

Вспомним, что бегунок – воображаемая точка, которая поочередно пробегает все иконы одного из маршрутов, перемещаясь из начала в конец. Как он ведет себя в силуэте?

Как обычно – мчится по алгоритмической дорожке от иконы Заголовок до иконы Конец. Выехав из Заголовка бегунок скользит вниз по крайней левой ветке. Он движется через станции (рис. 87):

- Подъем и завтрак.
- Встань пораньше.
- Позавтракай.
- Подготовка вещей.

Икона Адрес – последняя станция первой ветки. Куда ехать дальше? Ответ содержится внутри самой иконы. Эта икона потому и зовется «Адрес», что сообщает адрес (название) следующей станции. В данном случае она говорит: следующая станция называется «Подготовка вещей».

Из рис. 87 видно, что данная станция находится в начале второй ветки. Но как бегунок доберется туда? По какой линии?

Ответ прост. Выехав из иконы Адрес, бегунок сворачивает налево и попадает в точку *A* (рис. 87). Потом движется вверх к точке *B*. Затем едет направо по стрелке и въезжает в верхнюю икону «Подготовка вещей».

Дальше все происходит аналогично. Бегунок скользит вниз по второй ветке. Добравшись до иконы Адрес, узнает адрес следующей станции («Лесная добыча»). Затем огибает схему по линии *AB*, попадает в начало третьей ветки и спускается по ней до конца. На этом выполнение алгоритма заканчивается.

В ЧЕМ СЕКРЕТ ИКОНЫ «АДРЕС»

Сейчас мы поступим, как чеховский злоумышленник – будем разбирать рельсы. Имеются в виду линии, окаймляющие алгоритм на рис. 87. Сотрем линию *AB*. Уберем также горизонтальные линии (шины), проходящие через точки *A* и *B*. Результат представлен на рис. 91.

Как будет работать силуэт после этих исправлений?

К нашему удивлению, отсутствие рельсов никак не сказывается на работе алгоритма. В этом легко убедиться. Выехав из иконы Заголовок, бегунок движется вниз по крайней левой ветке. Опустившись до конца ветки, бегунок попадает в икону Адрес.

Казалось бы, это тупик. Рельсы кончились, дальше ехать некуда. Но это не так. Ведь в иконе Адрес записан адрес следующей станции («Подготовка вещей»). Зная адрес, бегунок прыгнет туда, куда нужно – в начало второй ветки. И поедет вниз. Добравшись до конца второй ветки, он совершит второй прыжок. И попадет в третью ветку. И так далее.

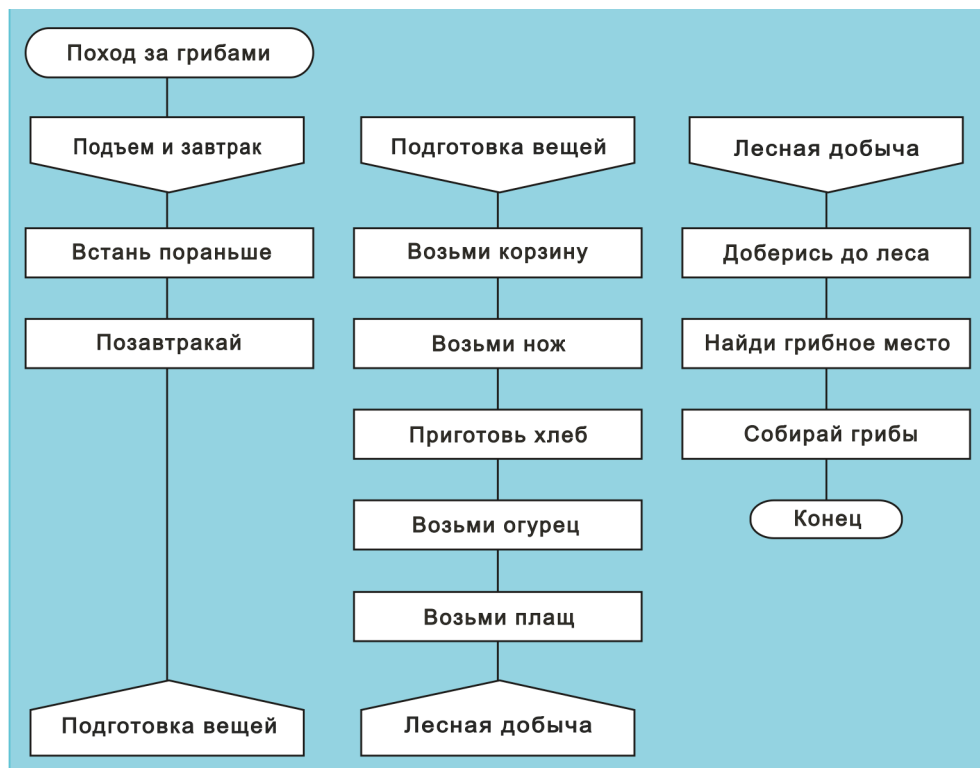


Рис. 91. Схема «с разобранными рельсами». Сравни с рис. 87

Таким образом, икона «Адрес N » – это команда «Прыгни в начало ветки N ». Проще говоря, данная команда передает приказ: «Брось данную ветку и начни выполнять ветку N ». (Выполнять ветку – значит исполнять записанные в ней команды).

Что такое икона
«Адрес N »?



Это команда, заставляющая бегунок прыгнуть в начало ветки N .

Переходя от рис. 87 к рис. 91, мы для упрощения стёрли несколько линий. И сразу убедились, что для работы алгоритма они совершенно не нужны. Маршрут бегунка определяют не они, а указания, записанные в иконе Адрес.

Тем не менее, указанные линии не следует удалять по эргономическим соображениям. Дело в том, что обрамляющие линии зрительно «склеивают» разрозненные куски алгоритма. Они превращают их в приятный для глаза целостный зрительно-смысловой образ. И наоборот, устранение скрепляющих линий приводит к тому, что схема зрительно рассыпается на части, что сбивает с толку читателя (рис. 91).

ВХОД И ВЫХОДЫ ВЕТКИ

Ветка имеет один вход. И один или несколько выходов. На рис. 87 все ветки имеют только один выход. На рис. 92 ситуация иная – ветка «Подъем и завтрак» обладает двумя выходами:

- Идем по грибы.
- Идем за ягодами.

Это позволяет с помощью переключателя «Что нужно?» организовать разветвление и перейти в две различные ветки. Наличие у ветки нескольких выходов позволяет расширить выразительные возможности языка ДРАКОН.

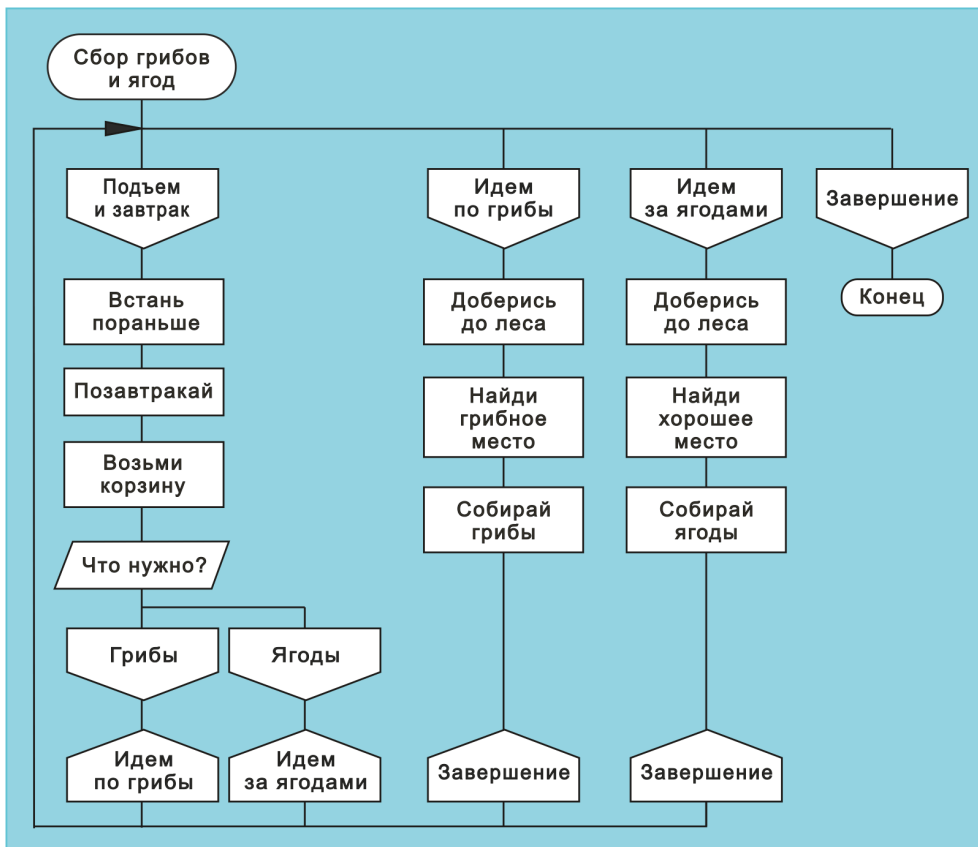


Рис. 92. Ветка «Подъем и завтрак» имеет два выхода

ПРАВИЛО ОДНОГО КОНЦА

Некоторые врачи по неопытности рисуют в алгоритме несколько концов. Это плохо.

Неприятность в том, что, глядя на схему, человеку трудно воспринимать алгоритм, имеющий несколько концов. Такой алгоритм похож на елку, увешанную «концами», как елочными игрушками. Подобная зрительная сцена распыляет внимание и мешает сосредоточиться на главном.

С эргономической точки зрения, желательно объединить все концы и превратить их в один. Это нетрудно сделать, как показано на рис. 92.

Чтобы объединить концы, в двух иконах Адрес написано слово «Завершение». Это слово означает прыжок в начало ветки «Завершение». Благодаря этому два «конца», уши которых торчат во второй и третьей ветках, объединяются и переносятся в последнюю ветку. Такой искусственный прием очень полезен – он позволяет соблюдать правило, запрещающее иметь в алгоритме несколько концов.

КАК СЛЕДУЕТ РАСПОЛАГАТЬ ВЕТКИ НА ЧЕРТЕЖЕ

Ветки упорядочены двояко: логически и в пространстве. *Логическая* последовательность исполнения веток определяется подсказками, записанными в иконах Адрес.

Однако логический порядок – это еще не все. Очень важно правильно расположить ветки в пространстве. Как это сделать?

Давайте мысленно перетасуем ветки, как колоду карт (рис. 91). И расположим их на чертеже в произвольном порядке. Легко сообразить, что подобное «перепутывание» веток никак не отразится на работе алгоритма. Ведь очередность работы веток зависит только от икон Адрес. И совсем не зависит от расположения веток на листе бумаги. Словом, сколько ветки ни тасуй, получим тот же самый алгоритм.

Здесь есть тонкость. Перестановка веток не отражается на правильности алгоритма. Однако алгоритм должен быть не только правильным, но и понятным, эргономичным. Хаотичное расположение веток затрудняет понимание. А это недопустимо.

Поэтому нужно обязательно упорядочить ветки в пространстве чертежа. Удобнее всего расположить их слева направо в той последовательности, в какой они включаются в работу. Для этого служит правило: «Чем правее, тем позже». Оно означает: чем правее находится ветка, тем позже она работает.

ЧТО МЫ УЗНАЛИ В ЭТОЙ ГЛАВЕ

Мы познакомились с силуэтом, наиболее важным, удобным и широко применяемым инструментом языка ДРАКОН.

В силуэте появились две новые иконы: Имя ветки и Адрес. Таким образом, золотая десятка ДРАКОНа, с которой мы впервые повстречались на рис. 35, превратилась в золотую дюжину (рис. 93).

Преимущество в том, что один силуэт позволяет заменить несколько примитивов. Предположим, что алгоритм состоит из семи примитивов, логически связанных между собой. Семь примитивов можно легко превратить в семь веток, а последние объединить в единый силуэт.

Как превратить примитив в ветку? Очень просто.

Сначала надо заменить икону Заголовок примитива на икону Имя ветки. А затем вместо иконы Конец примитива подставить икону Адрес. Вот и все. Разумеется, превращение группы примитивов в один силуэт возможно лишь тогда, когда для этого имеются логические предпосылки.

В состав золотой дюжины входят десять икон (1–10) и две макроиконки (11 и 12).

Выводы

1. Существуют два типа дракон-алгоритмов: примитив и силуэт.
2. Примитив предназначен для описания простых медицинских алгоритмов, силуэт – для сложных и сверхсложных.
3. Силуэт состоит из веток.
4. Ветка содержит две новые иконы (Имя ветки и Адрес), которые отсутствуют в примитиве.
5. Икона Имя ветки обозначает начало ветки.
6. Икона Адрес обозначает конец любой ветки, кроме последней.
7. Ветки позволяют
 - разбить медицинский алгоритм на смысловые части,
 - дать частям удобные и точные названия.

Золотая дюжина языка ДРАКОН		
1		Заголовок
2		Конец
3		Действие
4		Вопрос
5		Выбор
6		Вариант
7		Вставка
8		Комментарий
9		Имя ветки
10		Адрес
11		Развилка
12		Переключатель

Рис. 93. Двенадцать фигур, часто встречающихся в медицинских алгоритмах

8. Шапка – верхняя часть силуэта, которая включает Заголовок алгоритма и комплект икон Имя ветки.
9. Шапка позволяет читателю быстро сориентироваться в задаче и, расчленив ее на части, увидеть структуру алгоритма.
10. Ветки нужно упорядочить слева направо по принципу: «Более правая ветка работает позже, чем любая ветка, находящаяся левее нее» (кроме веточных циклов).

СЛОЖНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ. СИЛУЭТ. ПРАВИЛА И ПРИМЕРЫ

МЕДИЦИНСКИЕ ПРИМЕРЫ

В прошлой главе мы получили общее представление о силуэте. В этой главе речь пойдет о применении силуэта в медицине.

Алгоритмическая конструкция силуэт позволяет четко описать наиболее сложные особенности медицинской деятельности, включая тончайшие нюансы и мельчайшие подробности. Силуэт способен удовлетворить разнообразные требования и пожелания врачей, возникающие при разработке и использовании сложных и сверхсложных медицинских алгоритмов.

АЛГОРИТМ СИЛУЭТ «СНЯТИЕ ШЛЕМА С МОТОЦИКЛИСТА»

Для начала рассмотрим вопрос: как превратить примитив в силуэт?

Возьмем живой пример и превратим уже знакомый нам примитив на рис. 82 в силуэт, изображенный на рис. 94.

В чем недостаток примитива? Он не показывает структуру алгоритма. В самом деле, примитив на рис. 82 можно разбить на две части:

- Обеспечение стабильности головы.
- Снятие шлема.

Можно ли заметить эти части, глядя на рис. 82? Нет, нельзя. Нужно долго и мучительно соображать, чтобы догадаться, что граница между частями проходит между вторым и третьим синхронными участками (ниже иконы «Рукой охвати затылок»).

В силуэте на рис. 94 картина радикально меняется. В верхней части появились четкие указатели – две иконы Имя ветки. Словно яркие рекламные заголовки, они предъявляют глазу названия структурных частей алгоритма.

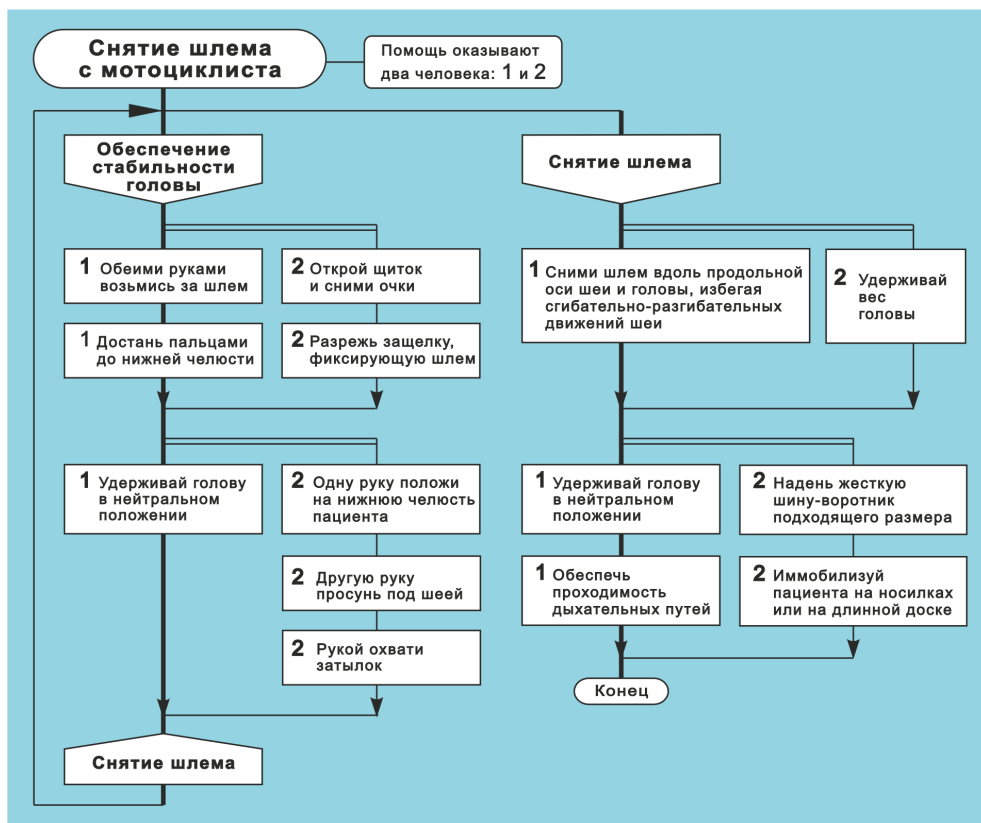


Рис. 94. Алгоритм силуэт, описывающий работу двух врачей [142]

КАК ЧИТАТЬ АЛГОРИТМ СИЛУЭТ

На рис. 94 надписи нужно читать сверху вниз вдоль левого шампура (жирная линия). Шампур кончается в иконе Адрес «Снятие шлема».

Куда идти дальше? Подсказка живет внутри самой иконы Адрес. По правилам ДРАКОНа такое же название должно быть наверху – в одном из рекламных заголовков.

Переведите взгляд наверх, найдите икону «Снятие шлема» и спуститесь вниз по правому шампуру до конца.

РАЗДЕЛЯЙ И ВЛАСТВУЙ. ВЕТКИ ОБЛЕГЧАЮТ ПОНИМАНИЕ

Наша цель – облегчить зрительное восприятие и анализ сложных медицинских алгоритмов. Спросим себя: можно ли сделать алгоритм обо-

зримым и удобным для быстрого восприятия, обдумывания и осмысления?

Можно. Чтобы любой врач смог легко прочитать и быстро понять алгоритм, надо заблаговременно разделить его на смысловые части. Сделать это нетрудно – надо использовать конструкцию силуэт. Преимущество в том, что силуэт заранее нарезан на удобные ломтики, предназначенные для быстрого схватывания и понимания.

Каждый такой ломтик (ветка) представляет собой довольно крупный кусок алгоритма. В составе ветки обычно несколько икон.

На рис. 94 две ветки, одна слева, другая справа. Первая озаглавлена «Обеспечение стабильности головы», она содержит 10 икон. Вторая носит имя «Снятие шлема» и имеет 8 икон.

Каждая ветка имеет свой шампур.

АЛГОРИТМ-СИЛУЭТ «ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ОЖОГЕ ГЛАЗ ЖИДКОСТЬЮ»

Перейдем к следующему примеру (рис. 95, 96). Это алгоритмический рассказ, в котором можно выделить три части, три самостоятельных темы:

1. Промывание глаз водой.
2. Промывание глаз нейтрализующим раствором.
3. Лекарственная обработка.

Каждая тема нарисована в виде ветки.

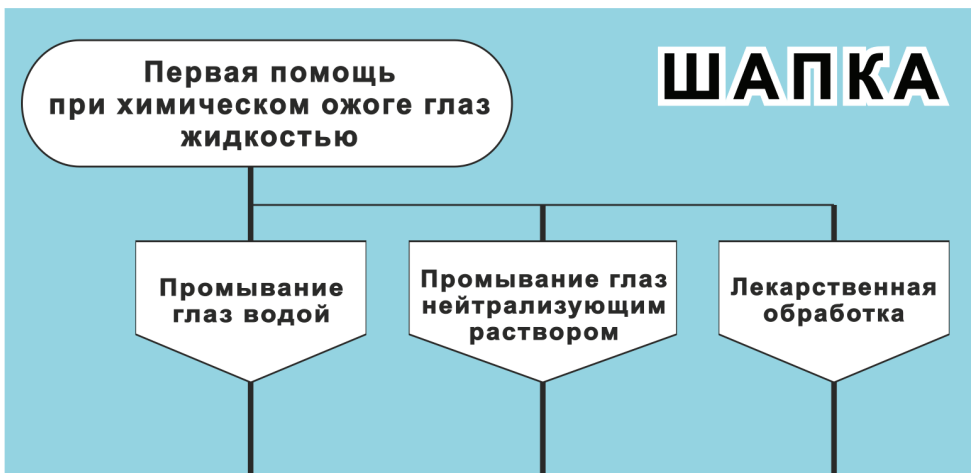
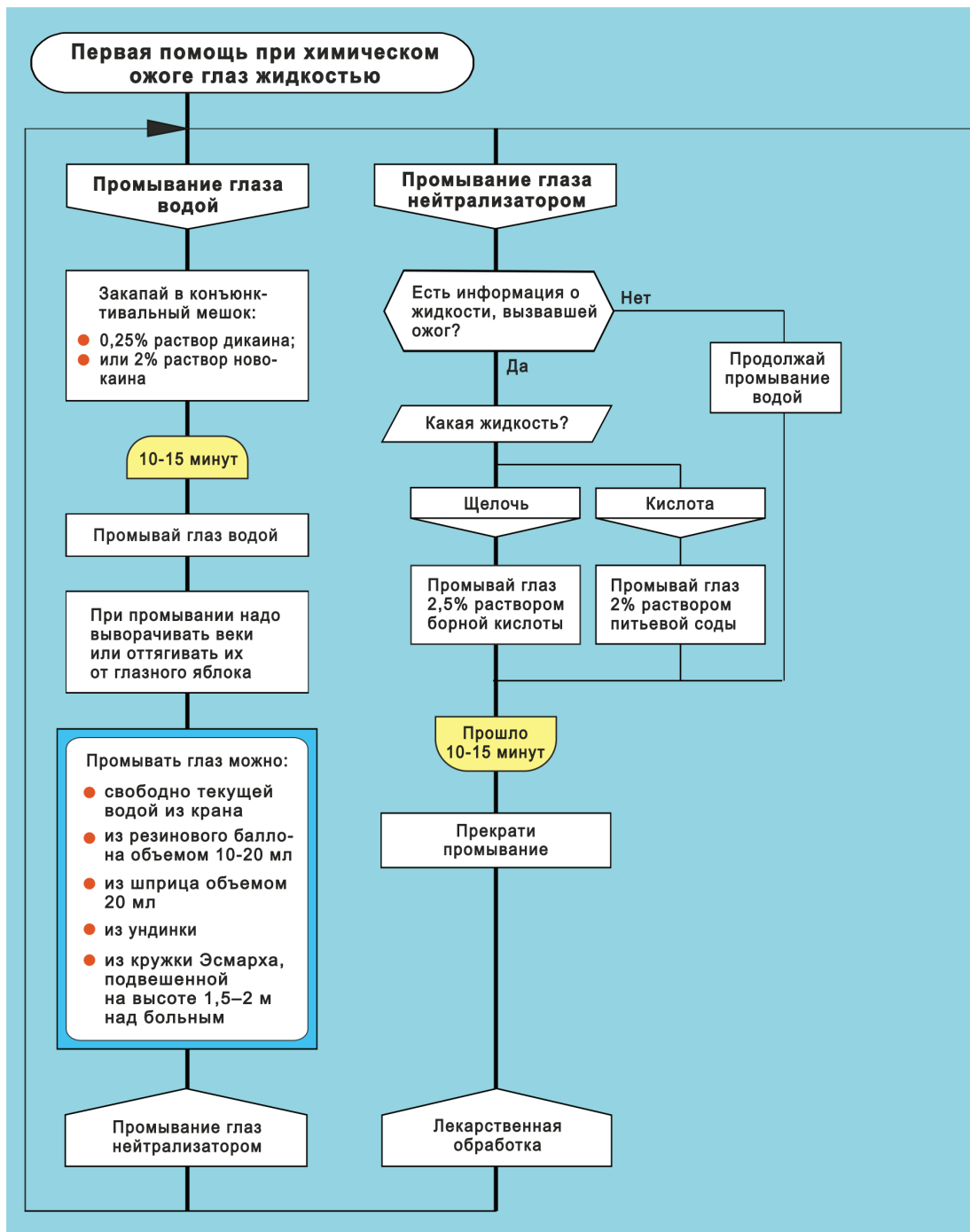


Рис. 95. Шапка раскрывает структуру силуэта на рис. 96



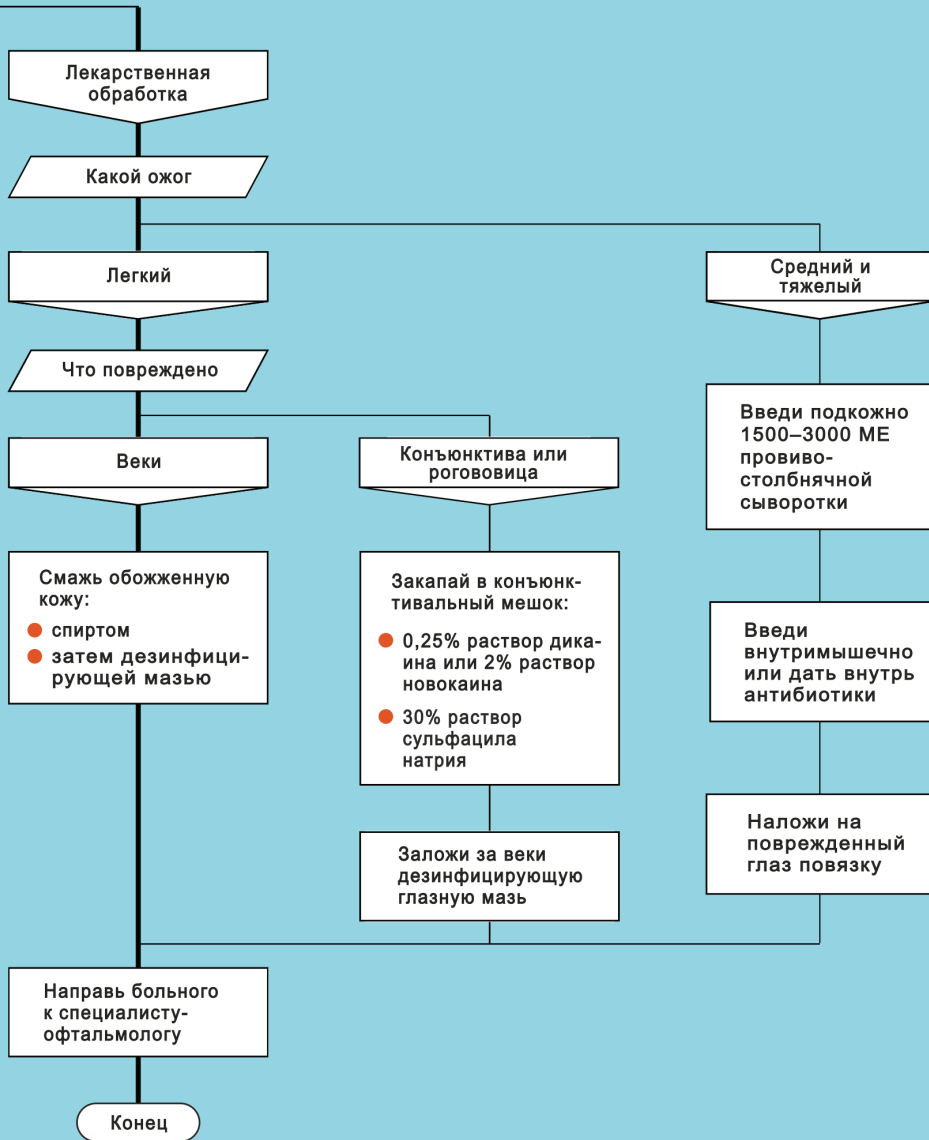


Рис. 96. Алгоритм «Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью»

ЦАРСКИЕ ВОПРОСЫ

Вспомним наши царские вопросы:

1. Как называется задача?
2. Из скольких частей она состоит?
3. Как называется каждая часть?

Сложный алгоритм можно сравнить с лабиринтом. Чтобы не заблудиться, нужен план лабиринта. Шапка и есть такой план, путеводитель по лабиринту. Изучая шапку, получим ответы для алгоритма на рис. 96.

- Как называется задача? (*Читаем Заголовок алгоритма*).
Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью.
- Из скольких частей она состоит? (*Считаем иконы «Имя ветки»*).
Из трех.
- Как называется каждая часть? (*Читаем текст в иконах «Имя ветки»*).
 1. Промывание глаз водой.
 2. Промывание глаз нейтрализующим раствором.
 3. Лекарственная обработка.

ШАПКА ПРИКОВЫВАЕТ К СЕБЕ ВНИМАНИЕ

Дополнительные удобства связаны с тем, что шапка занимает «парадное» место в верхней части чертежа. Названия смысловых частей помещены внутри особых рамок уникальной формы, которые легко отыскать взглядом.

Благодаря этому шапка моментально приковывает к себе внимание читателя без всяких усилий с его стороны. Поэтому человеку не приходится рыскать глазами по темным закоулкам алгоритма, пытаясь выудить нужную информацию.

ЧИТАЕМ ПЕРВУЮ ВЕТКУ

Вопрос. Где начало и конец у первой ветки на рис. 96?

Ответ. Начало – икона «Промывание глаз водой». Конец – «Промывание глаз нейтрализующим раствором». Между началом и концом размещается тело ветки, которое содержит пять икон:

- «Закапай в конъюнктивальный мешок...».
- «10–15 минут».
- «Промывай глаз водой».

- «При промывании надо выворачивать веки...».
- «Промывать глаз можно...».

Вопрос. Зачем нужна икона Адрес «Промывание глаз нейтрализующим раствором»?

Ответ. Икона Адрес говорит: «Прыгни в икону “Имя ветки” с таким же названием». Смысл в том, что после выполнения ветки «Промывание глаз водой» будет выполняться ветка «Промывание глаз нейтрализующим раствором».

ЧИТАЕМ ВТОРУЮ ВЕТКУ

Вторая ветка разветвленная, в ней три маршрута. Прочитаем главный из них, который идет по шампуру (рис. 96).

Начало ветки – икона «Промывание глаз нейтрализующим раствором». Конец – «Лекарственная обработка». Между началом и концом находятся иконы:

- «Есть информация о жидкости...?» Да.
- «Какой маршрут?».
- «Щелочь».
- «Промывай глаз 2,5% раствором...».
- «Прошло 10–15 минут».
- «Прекрати промывание».

В самом низу виднеется икона Адрес «Лекарственная обработка». Она говорит: «Прыгни в икону “Имя ветки” с таким же названием». Это значит, что после выполнения ветки «Промывание глаз нейтрализующим раствором» будет выполняться следующая ветка – «Лекарственная обработка».

Оставшиеся два маршрута выполняются аналогично.

ЧИТАЕМ ТРЕТЬЮ ВЕТКУ

Третья ветка также имеет три маршрута. Пройдемся по главному маршруту (рис. 96).

В начале ветки лежит икона «Лекарственная обработка». В самом низу икона «Конец» – делу венец. Между началом и концом нарисованы шесть элементов:

- «Какой ожог».
- «Легкий».
- «Что повреждено».
- «Веки».
- «Смажь обожженную кожу».
- «Направь больного к специалисту».

Боковые маршруты третьей ветки мы пропускаем, поскольку они очень просты.

ДРУГОЙ СПОСОБ ОПИСАНИЯ СИЛУЭТА

Силуэт можно описывать двумя способами. Выше мы продемонстрировали метод обычного чтения.

Второй способ – метод бегунка. Вспомним, что воображаемый бегунок при работе алгоритма пробегает алгоритмическую дорожку от иконы Заголовок до иконы Конец.

Как работает алгоритм на рис. 96? Выхав из иконы Заголовок, бегунок мчит вниз по крайней левой ветке. Он движется через станции:

- «Промывание глаз водой».
- «10–15 минут».
- и т. д.

Затем он попадает в икону Адрес – последнюю станцию первой ветки. Куда ехать дальше? Ответ прячется в самой иконе. Эта икона потому и зовется «Адрес», что сообщает адрес (название) следующей станции. Бегунок узнает, что он должен попасть на станцию «Промывание глаз нейтрализующим раствором».

Данная станция находится в начале второй ветки. Но как туда попасть? По какой линии?

Ответ известен. Выхав из иконы Адрес, бегунок резко берет влево и по внешней обрамляющей линии огибает всю схему. Потом едет направо по стрелке и попадает в верхнюю икону «Промывание глаз нейтрализующим раствором».

Дальше события развиваются, как обычно. Бегунок скользит вниз по второй ветке. Добравшись до иконы Адрес, узнает адрес нужной станции («Лекарственная обработка»). Затем огибает схему по часовой стрелке, попадает в начало третьей ветки и спускается по ней до самого конца. На этом наш рассказ завершается.

КОНТРОЛЬНОЕ ВРЕМЯ ПРОЦЕДУРЫ

Многие медицинские действия и решения привязаны ко времени. Типичным примером является так называемое контрольное время. На рис. 96–98 оно показано в виде двух икон желтого цвета:

- Начало контрольного срока.
- Конец контрольного срока.

В руководстве длительность промывания глаз при химическом ожоге строго определена:

«Промывание водой или нейтрализующими растворами продолжают в течение 10–15 минут, чтобы удалить из конъюнктивного мешка ту часть повреждающего агента, которая еще не вступила в соединение с тканями» [144].

В алгоритме указанную длительность рассматривают как *контрольное время*, которое должно быть задано в виде двух точно определенных моментов времени: начального и конечного. При этом следует различать два случая:

- моменты находятся в разных ветках (рис. 97, 98),
- оба момента расположены в одной ветке (рис. 102, 105).

В первом случае используют иконы «Начало контрольного срока» и «Конец контрольного срока».

В нашем примере так и сделано. Икона «Начало контрольного срока» поставлена в первой ветке перед иконой «Промывай глаз водой» (рис. 96, 97). А «Конец...» помещен во второй ветке выше иконы «Прекрати промывание» (рис. 96, 98).

Учтите зрительную подсказку: икона Начало срока похожа на верхнюю полусферу, икона Конец срока – на нижнюю полусферу.

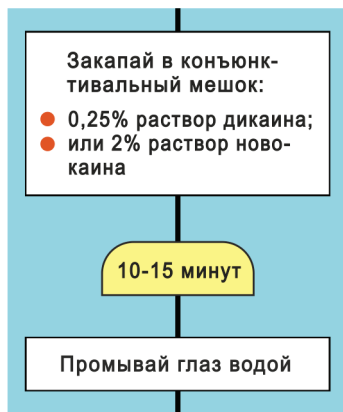


Рис. 97. Икона «Начало контрольного срока»



Рис. 98. Икона «Конец контрольного срока»

МАРШРУТЫ ВЕТКИ

Что такое шампур ветки?

Это вертикаль, соединяющая икону «Имя ветки» с иконой Адрес, а если ветка имеет несколько икон Адрес – с левой из них.

Каждая ветка силуэта имеет свой шампур. На рис. 96 три ветки. Следовательно, данный силуэт имеет три шампура (три жирных вертикали).

Для ветки сохраняют силу оба царских правила:

- главный маршрут ветки должен идти по шампуру ветки;

- все маршруты ветки следует упорядочить по принципу: «Чем правее, тем хуже».

Последнее правило поясним на примере ветки «Лекарственная обработка» на рис. 96. Она имеет три вертикали.

Левая вертикаль (главный маршрут ветки) описывает наименьший ущерб для пациента, так как ожог легкий, причем обожжены только веки, а наиболее нежные ткани (конъюнктура и роговица) не пострадали.

Средняя вертикаль занимает промежуточное положение. Речь идет о легком ожоге, но, к сожалению, обожженными оказались конъюнктура и роговица.

Правая вертикаль означает наихудшую ситуацию, описывающую средний или даже тяжелый химический ожог.

Вопрос. Сколько маршрутов в силуэте на рис. 96?

Ответ. Во второй ветке 3 маршрута, в третьей тоже 3. Следовательно, общее число маршрутов в силуэте равно $3 \times 3 = 9$.

Правило маршрутов ветки

Чем правее (чем дальше от шампура данной ветки) расположена очередная вертикаль, тем более неприятную для пациента ситуацию она описывает.

Как выполняются действия внутри ветки?

Действия внутри ветки выполняются по принципу: «Чем ниже, тем позже» (при отсутствии циклов).

СВОЙСТВА ВЕТКИ

Каждая ветка силуэта (рис. 96) имеет следующие свойства.

- Вверху врач видит начало ветки, внизу – конец ветки.
- *Вход* в ветку возможен только через ее начало.
- *Выходом* из ветки служит икона Адрес, в которой записывается имя следующей по порядку исполнения ветки.
- Выход из последней ветки осуществляется через икону Конец.

ЧТО БУДЕТ, ЕСЛИ УБРАТЬ ОБРАМЛЕНИЕ

Понятие *обрамление* в силуэте включает четыре элемента:

- верхнюю горизонталь (верхнюю шину),
- нижнюю горизонталь (нижнюю шину),
- левую вертикальную линию, соединяющую их,
- маленькую стрелку в левом верхнем углу.

Вспомним еще раз чеховского героя, уберем обрамление из алгоритма на рис. 96 и представим полученный чертеж на рис. 99.

Мы видим любопытную картину. Целостный алгоритм распался на три изолированные части, похожие на три острова в океане. Связи между ними полностью исчезли! Острова разделены четкими синими проливами, причем мосты между островами отсутствуют.

Мы знаем, однако, что все эти украшения носят чисто художественный, декоративный, эстетический характер. Отсутствие обрамления никак не влияет на работу алгоритма. Причина нам также хорошо известна. Взаимодействие между ветками силуэта объясняется не художественными изысками обрамления, а невидимыми логическими связями между «островами». В качестве таких связей выступают указания, записанные в иконах Адрес. Именно эти указания являются невидимым клеем, который скрепляет между собой разрозненные ветки силуэта. И превращает их в единый монолитный, слаженно действующий ансамбль.

Рис. 99 помогает уяснить две истины:

- Связи между ветками возможны только через иконы Адрес.
- Любые иные связи между ветками запрещены.

Смысл запрета в том, что соединительные линии между ветками являются незаконными. Если кто-то проведет явную линию между ветками (отличную от линий обрамления), это рассматривается как грубая ошибка. Такая ошибка кажется незаметной на рис. 96. Но на рис. 99 она будет сразу выявлена – как попытка построить пиратский мост между островами.

Завершая этот параграф, следует еще раз подчеркнуть, что линии обрамления нужны по эргономическим соображениям. Они, словно рама у картины, соединяют, сочленяют разрозненные части зрительной сцены. Они превращают их в приятный для глаза целостный зрительно-смысловой образ. Изъятие скрепляющих линий недопустимо, оно приводит к негативным последствиям – схема зрительно рассыпается на части, что сбивает с толку читателя (рис. 99). Кроме того, скрепы помогают проследить любой маршрут пальцем, не отрывая его от бумаги или экрана.

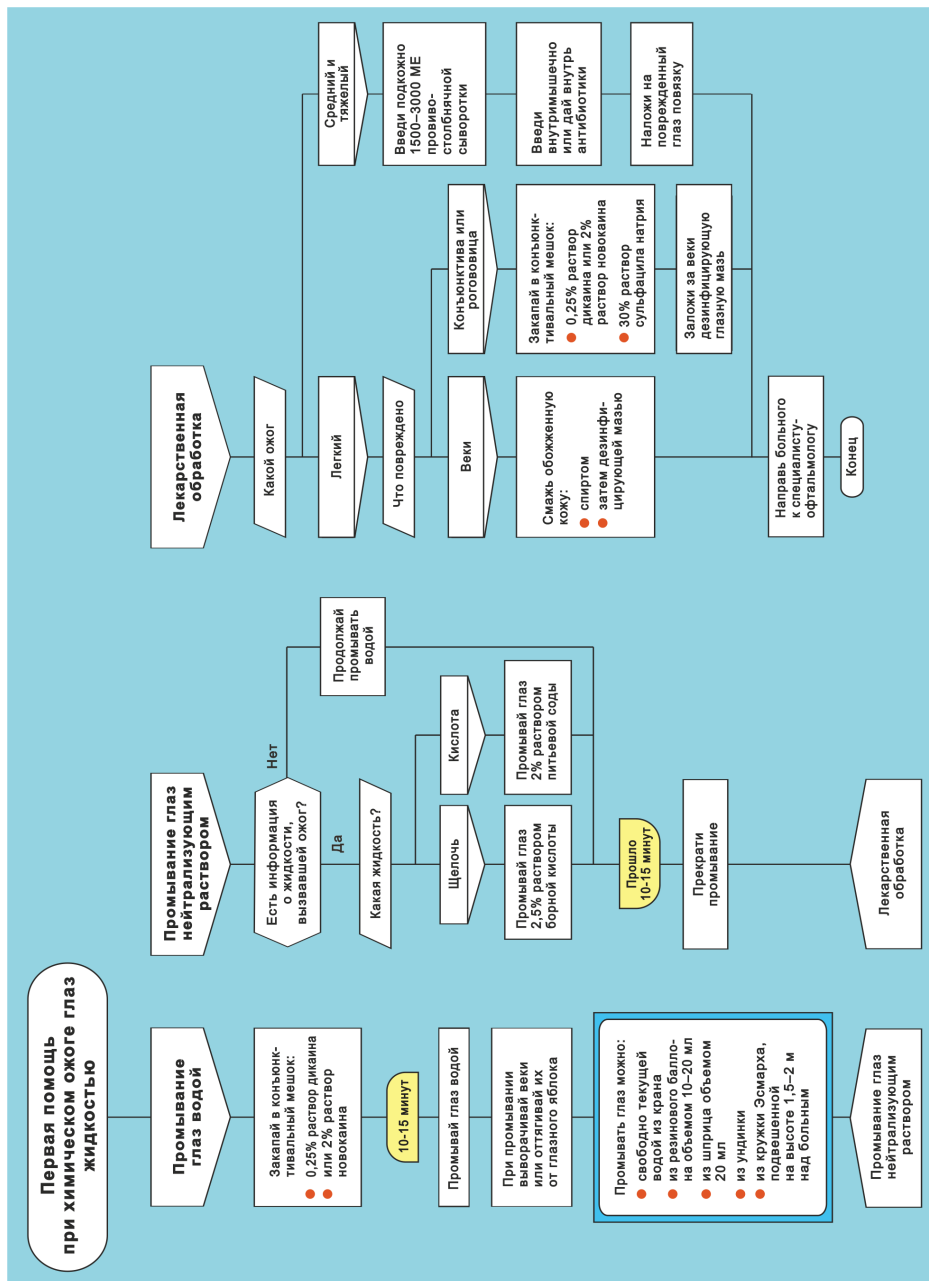


Рис. 99. Алгоритм с удаленными обрамляющими линиями. Сравните с рис. 96

ВЫВОДЫ

1. Алгоритм силуэт позволяет описать наиболее сложные особенности медицинской деятельности.
2. Примитив не показывает структуру, а силуэт наглядно демонстрирует структурные части алгоритма.
3. Силуэт позволяет облегчить зрительное восприятие и анализ сложных медицинских алгоритмов.
4. Силуэт заранее расчленен на удобные структурные элементы (ветки), предназначенные для быстрого схватывания и понимания.
5. Все маршруты силуэта начинаются в иконе Заголовок и кончаются в иконе Конец
6. Если границы контрольного времени находятся в разных ветках, используются иконы «Начало контрольного срока» и «Конец контрольного срока».
7. Шампур ветки – вертикаль, соединяющая икону Имя ветки с иконой Адрес, а если ветка имеет несколько Адресов, – с левой из них
8. Главный маршрут ветки должен идти по шампуру ветки.
9. Чем правее (чем дальше от шампура данной ветки) расположена очередная вертикаль, тем более неприятную для пациента ситуацию она описывает.
10. Действия внутри ветки выполняются по принципу: «Чем ниже, тем позже» (при отсутствии циклов).
11. Связи между ветками возможны только через иконы Адрес. Все остальные соединения между ветками запрещены.
12. Для наглядности между ветками желательно оставлять хорошо различимые воздушные промежутки.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП МЕДИЦИНСКОГО АЛГОРИТМА (ПРИНЦИП КРАСОТЫ)

ЧТО ДУМАЮТ УЧЕНЫЕ О КРАСОТЕ. КРАСОТА КАК ЭРГОНОМИЧНОСТЬ

Понятие «красота» в науке можно трактовать по-разному. Существует мнение, что красота – это совершенство научных результатов, вызывающее восхищение у научного сообщества. Такое восхищение чем-то сродни преклонению перед волшебством и тайнами поэзии. «Нельзя быть математиком, не будучи в то же время и поэтом в душе», – считает немецкий математик Карл Вейерштрасс [145].

Несколько иначе понимает красоту известный физик Поль Дирак:

«Общие законы природы, когда они выражены в математической форме, обладают математической красотой... Это дает физику-теоретика могучий метод, руководящий его действиями. Если он видит, что в его теории есть уродливые части, то он считает, что именно эти части неправильны и он должен сконцентрировать на них свое внимание [чтобы их улучшить]... Этот прием изыскания математического изящества является наиболее существенным для теоретиков» [146].

Иногда говорят, что красота отражает эмоциональную, психологическую восторженность человека, вызванную наличием гармонии, изящества, неординарности в продуктах научного творчества [147].

Но есть и другая точка зрения. Физик Леон Николая Бриллюэн полагает, что красота выражает «приятное ощущение понимания и постижения». Для наших целей позиция Бриллюэна представляет большой интерес, так как она позволяет трактовать красоту как эргономичность.

КРАСОТА АЛГОРИТМОВ

Алгоритм, представленный в письменном виде, предназначен для зрительного восприятия человеком. Следовательно, алгоритм представляет собой зрительную сцену. Или, если угодно, зрительный образ, зрительную картину.

Красота алгоритма – это красота его зрительного образа, красота дракон-схемы.

Алгоритм можно назвать *красивым* (эргономичным), если процесс зрительного восприятия, понимания и постижения алгоритма протекает с максимальной скоростью, наименьшими усилиями и максимальным эстетическим наслаждением.

Чем красивее алгоритм, тем быстрее и легче можно его понять. Отсюда вытекает, что красота и элегантность алгоритмов открывают путь к экономии умственных усилий. Но не только.

Чем красивее зрительные образы отдельных частей алгоритма, чем изящнее они соединены в общую алгоритмическую картину, тем приятнее на них смотреть. Чем точнее и элегантнее зрительный «пейзаж» обнажает глубинный смысл алгоритма, тем плодотворнее мышление.

Чем больше красоты, тем глубже понимание алгоритмов. Тем скорее течет наша алгоритмическая мысль. Тем легче мы постигаем суть дела. Тем быстрее и качественнее протекает процесс создания медицинских алгоритмов.

И наоборот, если зрительный образ алгоритма кажется некрасивым, неприятным, отталкивающим и запутанным, процесс понимания и обдумывания неизбежно замедляется, что снижает производительность умственного труда.

ДРАКОН – графический язык, язык зрительных образов. С учетом сказанного, можно уточнить: ДРАКОН – язык красивых (эргономичных) зрительных образов. Но красота ДРАКОНА – не самоцель. Она позволяет ощутимо повысить производительность труда при разработке, изучении и понимании медицинских алгоритмов.

Мы исходим из того, что зрительные образы алгоритмов следует сознательно проектировать. Для этой цели можно (в разумных пределах) использовать *средства художественного конструирования*.

Уместно напомнить слова видного психолога Бориса Ломова (создателя Института психологии Академии наук СССР):

«Средства художественного конструирования в конечном счете направлены на то, чтобы вызвать тот или иной эффект у работающего человека...

Применяя средства художественного конструирования, мы создаем положительные эмоции, облегчаем операцию приема информации человеком, улучшаем концентрацию и переключение внимания, повышаем скорость и точность действий.

Короче говоря, мы пользуемся этими средствами для управления поведением человека в широком смысле слова, для управления его психическим состоянием» и умственной работоспособностью» [235].

Это небольшое вступление, посвященное красоте и эргономичности научных знаковых систем, призвано пролить дополнительный свет на основной принцип силуэта, который представляет собой *принцип географической карты*, или картографический принцип. При дальнейшем изложении мы избегаем рассуждений о красоте, однако ее отблески, ее призывный свет несомненно подразумеваются.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП СИЛУЭТА

Картографический принцип говорит о том, что движение взора по географической карте имеет большой смысл. Глаза учитывают и отслеживают два направления: север – юг и запад – восток.

Точно так же перемещение взгляда по алгоритму должно иметь строго определенный смысл. Движение глаз вверх-вниз (по вертикали) и влево-вправо (по горизонтали) не должно быть безразличным и бессмысленным. Наоборот, оно должно нести важную информацию и, проникая через хрусталик глаза, обогащать наш мозг ценными сведениями.

В главе 7 мы описали картографический принцип примитива. Он означает, что слева находятся более благоприятные для пациента (хорошие) маршруты. Справа – менее благоприятные (плохие). По вертикали смысл такой: сверху начало времени, внизу – конец.

Следует учесть, что примитив – аналог ветки. Следовательно, картографический принцип примитива полностью сохраняет силу для ветки.

Оговоримся. Принцип для ветки имеет локальный характер; он действует внутри одной ветки. И не распространяется за ее пределы.

Сделаем следующий шаг и определим порядок взаимодействия веток. И тем самым распространим картографический принцип на весь силуэт.

Для этого нужно упорядочить ветки в пространстве. Лучше всего расположить их слева направо в той последовательности, в какой они включаются в работу. Для этого служит правило: «Чем правее, тем позже». Оно означает: чем правее находится ветка, тем позже она работает.

Силуэт, нарисованный согласно правилу «Чем правее, тем позже», считается красивым, эргономичным (рис. 96). Схемы, где это правило нарушается, объявляются плохими. Их использование запрещено.

Правило
построения
веток в силуэте

Чтобы силуэт был красивым и удобным для работы, ветки нужно расположить слева направо согласно принципу: «Более правая ветка работает позже, чем любая ветка, находящаяся левее нее» (кроме веточных циклов).

В разрешенных (эргономичных) алгоритмах имеет место следующий порядок действий (рис. 96):

- первой работает крайняя левая ветка, последней – крайняя правая;
- остальные ветки передают эстафету друг другу слева направо (при этом может случиться так, что некоторые ветки будут пропущены).

Отсюда следует, что время в силуэте перемещается не по одной, а по двум осям – и по вертикали, и по горизонтали.

- Двигаясь по ветке сверху вниз, мы перемещаемся во времени от начального момента до конечного (на данном отрезке). Время движется по ветке вертикально вниз.
- Двигаясь по веткам слева направо, мы тоже перемещаемся во времени. По разным веткам время движется горизонтально слева направо (при отсутствии веточных циклов).

При этом никакой путаницы не возникает, все учтено и хорошо продумано в соответствии с принципом красоты. По одной ветке время бежит всегда вниз, по разным веткам – всегда направо (кроме циклов).

МОЖНО ЛИ НАВЕСТИ ПОРЯДОК В МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМАХ

В некотором царстве, в тридесатом государстве были два города. Один строился без плана, вкривь и вкось: тесные улочки и переулочки сплелись в

змеиный клубок (рис. 100). Зато другой был образцовым: красивые площади, широкие проспекты, всюду простор и порядок (рис. 101). В каком городе легче найти дорогу?

Конечно, во втором.



Рис. 100. Хаотическая планировка и запутанная застройка с кривыми улочками характерна для многих старинных городов, которые стихийно разрастались на месте древних поселков

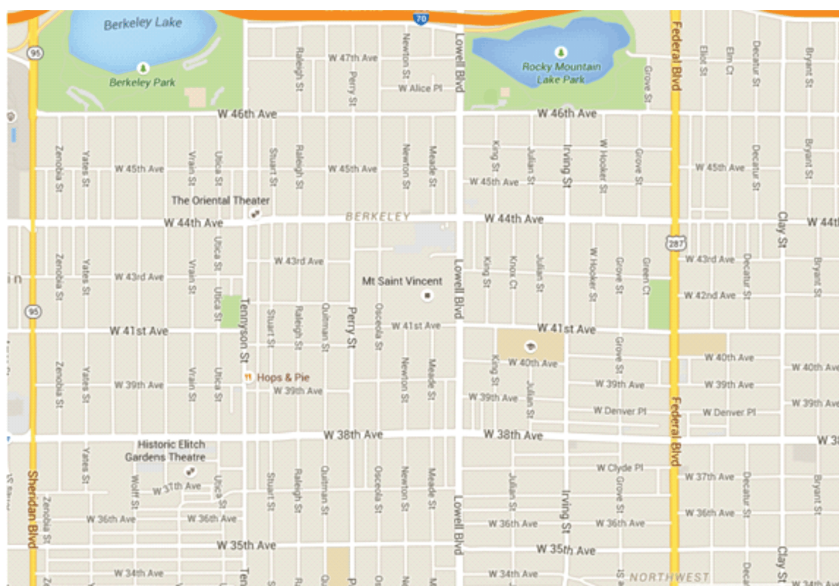


Рис. 101. Современное строительство города на равнине позволяет заранее оставить четкий план и строго его соблюдать. Все чинно-благородно, никаких нарушений, никакой партизанщины

А теперь представьте, что нам нужно изучить незнакомый медицинский алгоритм. Если в нем, как в первом городе, нет порядка, он превращается в запутанный лабиринт, к которому ничего нельзя понять. Если же он, как второй город, построен по хорошему плану, ситуация в корне меняется. Про такой город говорят: Красота – все ясно, как на ладони!

Чтобы убедиться в этом, давайте посмотрим еще разок на рис. 96 и проведем взглядом по всем вертикалям слева направо. Мы обнаружим не хаос, а строгий порядок. Потому что маршруты нарисованы не случайно, не как левая нога захочет, а по строгим правилам, правилам красоты.

КРАСИВОЕ И УРОДЛИВОЕ

Вспомним слова Поля Дирака: если в «теории есть уродливые части, то... именно эти части неправильны». Данную мысль можно применить и к медицинским алгоритмам. В восьмой главе мы видели, что операция рокировки легко превращает алгоритмического «урода» в «красавца». Язык ДРАКОН способен существенно улучшить эстетические (эргономические) характеристики медицинских алгоритмов.

ЧТО ЛУЧШЕ: БЛОК-СХЕМА ИЛИ ДРАКОН-СХЕМА?

Существует и другая точка зрения. Специалисты из Самарского медицинского университета рекомендуют рисовать медицинские алгоритмы в виде блок-схем согласно Государственному стандарту ГОСТ 19.701-90. В защиту своей позиции они приводят следующие аргументы:

«Активное введение в учебный процесс... стандартных блок-схем и описываемых ими алгоритмов действий оправдано по трем причинам.

- Во-первых, студенты, как правило, знакомятся с ними еще в школе, на занятиях по информатике.
- Во-вторых, их активно вводят в практику врачи, защищающиеся по относительно новой для медицины специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации».
- В-третьих, они в методическом плане позволяют визуализировать ход принятия решений, его этапы и составляющие, причем делается это стандартными и уже знакомыми студентам символами, что облегчает восприятие как блок-схем, так и учебного материала» [148].

Предложение самарских коллег вызывает возражения, ибо указанный стандарт является калькой международного стандарта ISO 5807-85 тридцатилетней давности, который отстал от жизни, построен без учета современных когнитивно-эргономических идей и концептуально устарел.

Есть ли замена блок-схемам? Да. В 1996 г. Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию включил изучение языка ДРАКОН в программу курса «Информатика» для направлений:

510000 – Естественные науки и математика

540000 – Образование

550000 – Технические науки

560000 – Сельскохозяйственные науки [149].

В официальном документе Госкомвуза «Примерная программа дисциплины “Информатика”» имеются разделы, посвященные языку ДРАКОН¹ [150]. В программе, в частности, говорится:

«Для решения столь масштабных задач нужен универсальный язык представления процедурных знаний в любой предметной области. Это должен быть язык нового типа: общедоступный, человечный, предельно легкий в изучении и удобный в работе..., удовлетворяющий самым строгим эргономическим и дидактическим требованиям... В наибольшей степени этим требованиям соответствует процедурный язык... ДРАКОН, являющийся обобщением опыта, накопленного при создании космического корабля Буран [151]».

ДРАКОН-СХЕМА – ЭТО КРАСИВАЯ, ПРАВИЛЬНО ПОСТРОЕННАЯ БЛОК-СХЕМА

Дракон-схемы построены на основе блок-схем с целью их совершенствования и развития.

Недостаток блок-схем заключается в том, что они не приучают к аккуратности при разработке алгоритма. Ромб можно поставить в любом месте блок-схемы, а от него повести выходы на какие угодно участки. «Так можно быстро превратить алгоритм в запутанный лабиринт, разобраться в котором через некоторое время не сможет даже сам его автор» [152].

Блок-схемы не позволяют изображать сложные алгоритмы с необходимой полнотой и наглядностью. Чтобы устранить дефект, нужно *упорядочить* блок-схемы. Упорядоченные блок-схемы называются «дракон-схе-

¹ «Примерная программа дисциплины “Информатика”» одобрена Президиумом совета по информатике Госкомвуза. Председатель Президиума академик РАН Юрий Журавлев – руководитель Секции прикладной математики и информатики Отделения математических наук РАН, заместитель Академика-секретаря Отделения математических наук РАН.

мы» и подчиняются строгим формальным правилам и правилам эргономичных алгоритмов [71].

В отличие от блок-схем, дракон-схемы пригодны для формализованной записи и автоматического получения исполняемого кода. Запрещено пересечение линий, которое путает читателей и затрудняет понимание алгоритма, устранены другие некрасивые места. Дракон-схемы позволяют ликвидировать или существенно ослабить недостатки блок-схем.

Дракон-схемы специально сконструированы таким образом, чтобы превратить сложный алгоритм в удобную схему, обеспечивающую быстрое и легкое понимание [153, 154]. По мнению специалистов, благодаря использованию дракон-схем алгоритмы становятся более понятными, доходчивыми, ясными, прозрачными. Эргономичные методы, применяемые в дракон-схемах, существенно улучшают восприятие алгоритмов. Язык ДРАКОН обеспечивает разработку сложных алгоритмов с сохранением наглядности даже для многостраничных схем [155, 156].

РЕКОМЕНДАЦИИ АВТОРАМ МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНИКОВ

В некоторых медицинских учебниках в качестве иллюстраций используются блок-схемы алгоритмов. Это ошибка, которая создает неоправданные трудности для студентов медицинских университетов. Ошибка, вызванная отсутствием достоверной информации. Ошибка, которую необходимо исправить.

Хотя стандарты на блок-схемы считаются действующими, фактически они давно устарели. С появлением дракон-схем блок-схемы полностью потеряли свое значение, так как они во всех отношениях уступают дракон-схемам [157].

Язык ДРАКОН был разработан, в частности, потому, что традиционные блок-схемы алгоритмов, с эргономической точки зрения, не выдерживают критики. Они напоминают непроходимые джунгли, в которых легко запутаться и сбиться с дороги.

ДРАКОН выгодно отличается тем, что его графический узор подчиняется жестким и тщательно продуманным правилам, которые дисциплинируют мышление, облегчают умственный труд [158].

Важным дефектом блок-схем является недостаток выразительных средств. Алгоритмическая структура силуэт, являющаяся основным и наиболее мощным инструментом языка ДРАКОН, принципиально не может быть выражена на языке блок-схем.

Изложенные в литературе теоретические обоснования, сравнительный анализ дракон-схем и блок-схем, а также многочисленные примеры убедительно доказывают, что блок-схемы не имеют будущего [71–73].

В связи с этим можно рекомендовать авторам медицинских учебников отказаться от блок-схем и использовать язык ДРАКОН как наиболее эффективное средство для записи медицинских алгоритмов, помогающее облегчить учебный процесс и повысить качество обучения.

ВЫВОДЫ

1. Медицинский алгоритм называется красивым (эргономичным), если процесс зрительного восприятия и осмысления алгоритма протекает с максимальной скоростью, наименьшими усилиями и доставляет удовольствие читателю.
2. Красивый алгоритм должен быть упорядоченным, пригодным для быстрого восприятия и запоминания.
3. Примитив – аналог ветки.
4. Картографический принцип примитива действителен для ветки.
5. Картографический принцип ветки гласит:
 - в левой части ветки находятся более благоприятные для пациента вертикальные маршруты, в правой – менее благоприятные.
 - ориентация ветки по вертикали такова: вверху начало времени, внизу – конец.
6. Картографический принцип ветки имеет локальный характер и не распространяется за ее пределы.
7. Картографический принцип силуэта гласит:
 - в каждой ветке время направлено вертикально вниз;
 - внутри ветки вертикальные маршруты упорядочены слева направо от наиболее благоприятных для пациента до наименее благоприятных;
 - в силуэте время движется по горизонтали слева направо;
 - первой работает крайняя левая ветка, последней – крайняя правая.
8. В медицинских алгоритмах на языке ДРАКОН все маршруты тщательно упорядочены и организованы в красивую зрительную сцену, предназначенную для облегчения изучения и запоминания алгоритмов.
9. Блок-схемы алгоритмов безнадежно устарели. Пользоваться ими недопустимо. Вместо них следует использовать дракон-схемы.

АЛГОРИТМ «РЕАНИМАЦИЯ БЕРЕМЕННОЙ ЖЕНЩИНЫ»

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Мы успешно преодолели подготовительные ступени при изучении ДРАКОНА и забрались почти на самую вершину. Осталось сделать последний рывок и овладеть увлекательной темой, которая называется «Многоадресный силуэт». Имеется в виду силуэт, содержащий *многоадресные* ветки.

До сих пор мы знакомились с простыми случаями, когда все ветки силуэта имеют только одну икону Адрес (рис. 87, 94, 96). Силуэт с многоадресными ветками обладает новыми многообещающими возможностями:

- можно изменять последовательность выполнения веток,
- можно выборочно запускать ветки, пропуская одну из них и даже несколько,
- можно повторять выполнение веток, т. е. создавать веточные циклы.

Более широкие возможности позволяют существенно улучшить качество медицинских алгоритмов, сделать их более точными и наглядными.

Далее мы рассмотрим поучительный пример, разъясняющий идею многоадресного силуэта. План изложения такой.

- Сначала взглянем на общую картину силуэта.
- Потом выявим структуру с помощью шапки.
- После этого рассмотрим ветки поочередно слева направо, задерживаясь на всех интересных местах.

МНОГОАДРЕСНЫЙ СИЛУЭТ «РЕАНИМАЦИЯ БЕРЕМЕННОЙ ЖЕНЩИНЫ»

Существует ряд причин, которые могут вызвать внезапную (клиническую, т. е. обратимую) смерть беременной женщины. На рис. 102 показан алгоритм реанимации для этого случая. Силуэт делится на шесть смысловых

частей – веток. Каждую ветку читают сверху вниз. Разные ветки изучают слева направо, учитывая указания в иконах Адрес.

Начинать чтение нужно с первой, крайней левой ветки, постепенно перемещаясь направо до конца.

Силуэт называется многоадресным, если он содержит многоадресные ветки. На рис. 102 видно, что вторая и третья ветки являются многоадресными, они имеют по три иконы Адрес. По этой причине силуэт на рис. 102 является многоадресным.

ВАЖНЫЕ ВЕЩИ НУЖНО ВЫДЕЛЯТЬ. КАК ЭТО СДЕЛАТЬ?

На рис. 102 взору зрителя одновременно представлено большое количество информации, буквально глаза разбегаются. Если человек впервые видит столь сложную зрительную сцену, он может испытывать дискомфорт и ощущать неудовольствие. Действительно, зрительная картина содержит 42 иконы и множество соединительных линий. Вся эта лавина информации разом обрушивается на неподготовленного зрителя, и человек поневоле теряется.

Чтобы этого не случилось, в языке ДРАКОН предусмотрены специальные средства, позволяющие управлять движением глаз наблюдателя и концентрировать внимание на ключевых позициях и существенных местах.

К специальным средствам относятся:

- картографический принцип силуэта,
- средства управления восприятием,
- фиксация начала и конца,
- шапка.

СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ВОСПРИЯТИЕМ

Как привлечь внимание читателя к тем или иным точкам на чертеже алгоритма? Для этого служат средства привлечения внимания, или средства управления восприятием.

Философ Марио Бунге полагает, что интуицию можно, в частности, трактовать как «быстрое восприятие, воображение...» [159]. Интуитивное восприятие осуществляется без слов, без вербализации. Исходя из этого, в языке ДРАКОН используются следующие средства управления восприятием:

- увеличение толщины важных линий,
- выделение шрифтом и кеглем,

- акцент на иконах Время,
- треугольные маркеры,
- ветка-комментарий.

Прелесть в том, что человеку не нужно обдумывать действия при переключении внимания на нужные (выделенные) объекты; они как бы сами бросаются в глаза, сами притягивают взгляд. Это происходит потому, что – благодаря умелому использованию средств управления восприятием – выбранные объекты имеют неоспоримое преимущество перед соседями. Они кажутся более привлекательными и непроизвольно, без участия сознания, попадают в фокус внимания. Перечислим приемы для привлечения внимания на рис. 102.

Основой зрительной композиции являются шампуры. Необходимо выделить шесть шампуров – по одному в каждой ветке. По этой причине все шампуры нарисованы жирными линиями.

Текст в иконах Заголовок и Имя ветки играет важную роль и имеет высший приоритет. Поэтому кегль увеличен и выбран жирный шрифт.

На действия и решения врача накладываются ограничения по времени. Чтобы акцентировать внимание на иконах Время, они выделены желтым цветом.

Два маркера «черный треугольник» позволяют легко заметить веточные циклы.

ГДЕ НАЧАЛО, ГДЕ КОНЕЦ

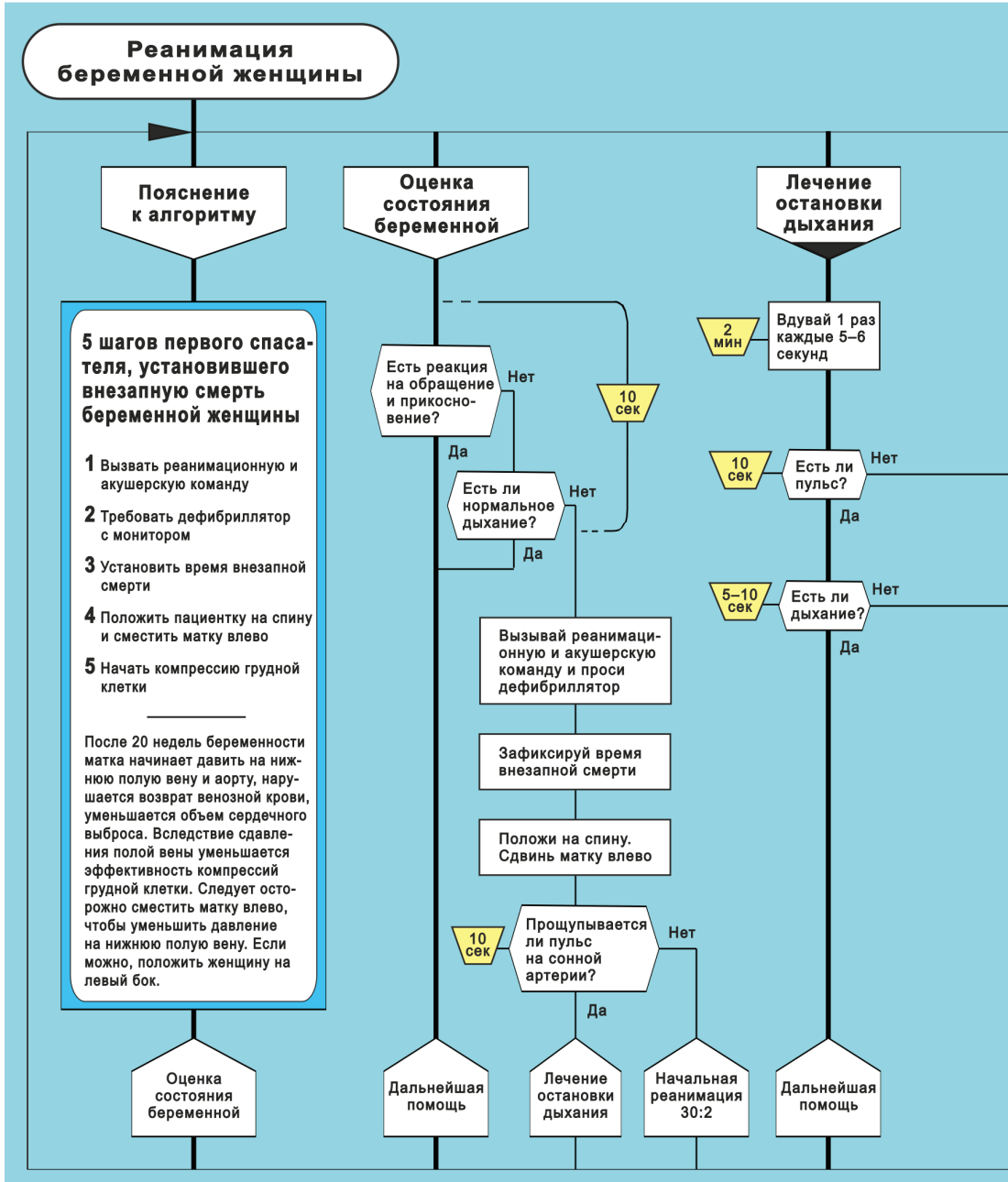
Иконы Заголовок и Конец являются пограничными, они обозначают границы алгоритма во времени и пространстве. Все маршруты выходят из Заголовка и собираются в Конец.

Большую роль играет договоренность о месте размещения этих икон. Они должны всегда находиться на одном и том же, заранее известном, фиксированном месте. В блок-схемах такая договоренность отсутствует, что приводит к хаотическому размещению начала и конца, которые прыгают с места на место.

Язык ДРАКОН имеет на этот счет четкие и неизменные правила. В силуэте Заголовок всегда находится в левом верхнем углу. И только там.

Икона Конец также имеет постоянное место – в правом углу, в конце последней ветки.

Почему необходимо точно фиксировать позицию этих икон? Потому, что это облегчает изучение новых и оживление в памяти забытых алгоритмов. Танцевать надо от печки. Проникновение в алгоритм облегчается, если читатель заранее знает, где следует искать две ключевые фигуры: Заголовок и Конец.



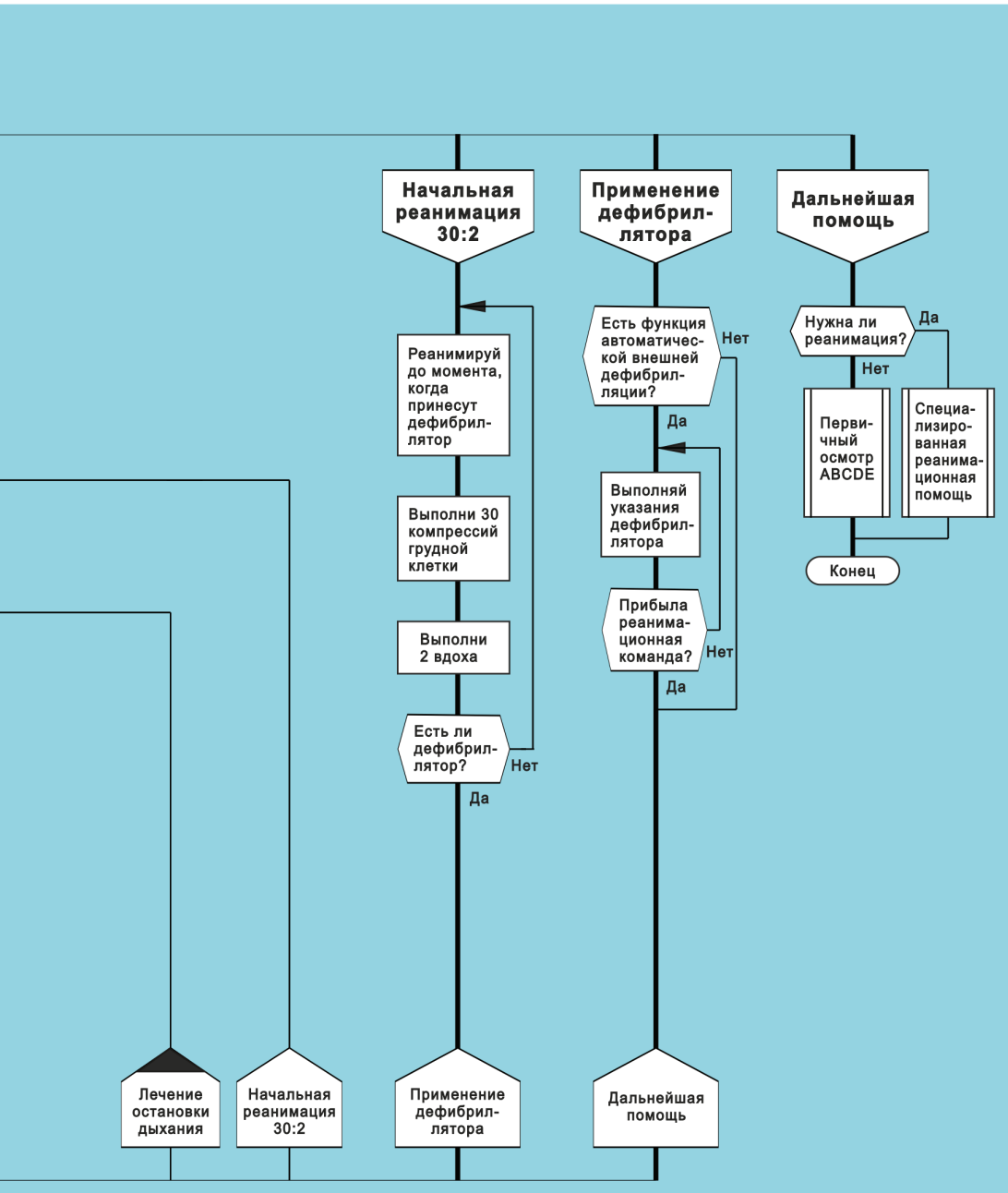


Рис. 102. Алгоритм «Реанимация беременной женщины» [160]

ШАПКА ДЛЯ АЛГОРИТМА РЕАНИМАЦИИ

Шапка – двухэтажная фигура, которая задает смысловой костяк алгоритма (рис. 103). Изюминка в том, что шапка делает человеку своевременные подсказки, настраивающие его на нужный лад и облегчающие работу ума.



Рис. 103. Шапка сложного алгоритма на рис. 102

Прочитаем подсказки для рис. 102, 103.

- Как называется задача? (*Читаем заголовок алгоритма*).
«Реанимация беременной женщины».
- Из скольких частей она состоит? (*Считаем иконы «Имя ветки»*).
Из шести.
- Как называется каждая часть? (*Читаем текст в иконах «Имя ветки»*).
 1. «Пояснение к алгоритму».
 2. «Оценка состояния беременной».
 3. «Лечение остановки дыхания».
 4. «Начальная реанимация 30:2».
 5. «Применение дефибриллятора».
 6. «Дальнейшая помощь».

Сколько времени нужно, чтобы впитать эту информацию? Минуту? Две? Три? Пять?

Шапка дает общее представление, без деталей. Благодаря шапке читатель получает ориентировку о проблеме практически сразу. Причем, что очень важно, время ориентировки почти не зависит от сложности задачи и составляет считанные минуты.

Из шапки мы узнали названия веток. После этого, как всегда, приступаем к двум стандартным операциям:

- изучению содержания веток,
- анализу их взаимодействия.

Чтобы выполнить эти операции и тщательно изучить алгоритм на рис. 102, подготовленному читателю вряд ли потребуется больше, чем

двадцать-тридцать минут. (Речь, разумеется, идет о специалистах или студентах, а не о человеке с улицы).

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «ПОЯСНЕНИЕ К АЛГОРИТМУ»

На рис. 102 первая ветка «пустая»; она не выполняет никаких действий. Зачем она нужна?

Рассмотрим случай, когда алгоритм используется в медицинском учебнике в качестве иллюстрации. Обычно его сопровождает развернутый пояснительный текст, расположенный на соседних страницах.

Предположим, авторы учебника заботятся об эргономике и желают сделать материал более дружелюбным. В этом случае можно создать дополнительное удобства для читателей. Надо выделить из пояснительного текста наиболее важные мысли и вставить их непосредственно в чертеж алгоритма в качестве краткого введения.

Для этой цели необходимо:

- добавить в алгоритм еще одну ветку, которая называется «ветка-комментарий» (рис. 104);
- поместить в нее большую икону Комментарий, которая занимает всю ветку;
- записать в Комментарии самые ценные мысли.

По этому рецепту создана крайняя левая ветка на рис. 102. В качестве важных мыслей использованы два избранных отрывка:

- 5 шагов первого спасателя, установившего внезапную смерть беременной женщины [161];
- информация о процессах, протекающих в организме после 20-й недели беременности, которые могут привести к нарушению возврата венозной крови и уменьшению сердечного выброса [162].

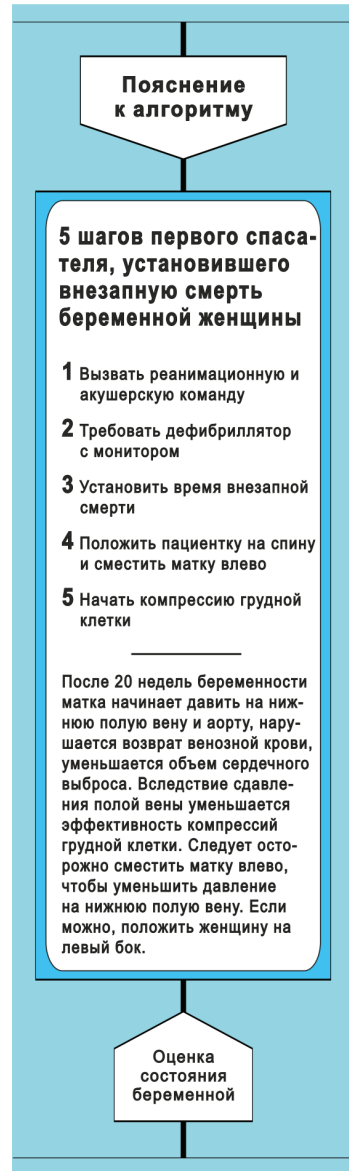


Рис. 104. Ветка-комментарий

Что мы при этом выиграли? Мы поместили наиболее важную информацию рядом с алгоритмом – на одной зрительной сцене. Тем самым мы избавили читателя от необходимости листать страницы туда-сюда, попеременно воспринимая текст и чертеж, находящиеся на разных страницах. Мы создали дополнительные удобства для читателя, обеспечив снижение нагрузки на его оперативную память.

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕРЕМЕННОЙ»

В конце первой ветки в иконе Адрес читаем «Оценка состояния беременной» – это имя следующей ветки, куда следует перейти.

Данная команда переводит наш взгляд (и бегунок) в начало второй ветки. Для удобства чтения ветка выделена из рис. 102 и представлена на рис. 105.

Ветка «Оценка состояния беременной» существенно отличается от тех, что нам уже знакомы. Новинка в том, что она содержит три иконы Адрес. Три разных Адреса указывают на переход в три разные ветки. Зачем это нужно?

Мы знаем, что надписи в иконах Адрес играют роль суфлера и советчика – они однозначно определяют порядок выполнения веток.

В предыдущих примерах (рис. 87, 94, 96) каждая ветка, кроме последней, имела только одну икону Адрес. Поэтому ветки работали последовательно, соблюдая железный порядок: сначала первая, после первой всегда вторая, после второй всегда третья и т. д.

Однако подобная жесткая дисциплина нужна далеко не всегда. Во многих случаях необходимо, чтобы ветка служила «большой развилкой»

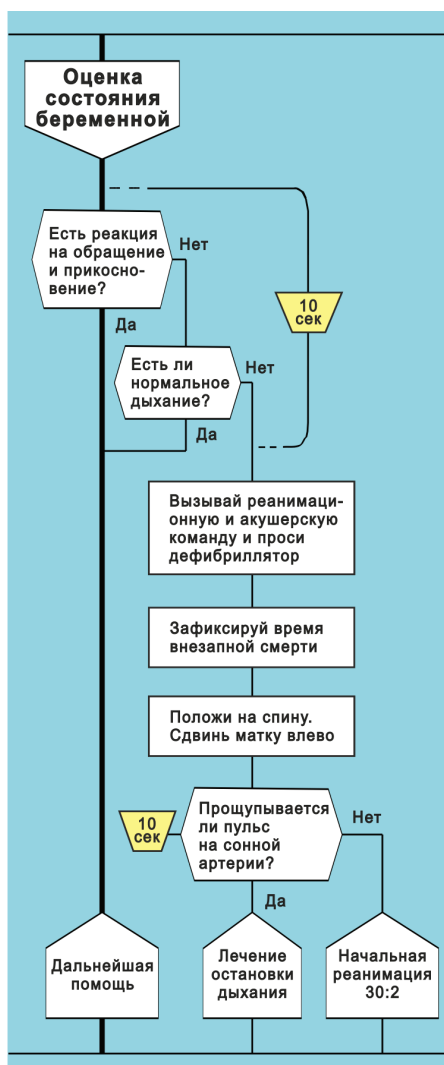


Рис. 105. Ветка «Оценка состояния беременной»

и позволяла выбирать различные пути, т. е. указывала на несколько разных веток.

Ветка «Оценка состояния беременной» как раз и выполняет такую функцию. Имея три иконы Адрес, она дает возможность совершить прыжок в три разные ветки:

- «Дальнейшая помощь».
- «Лечение остановки дыхания».
- «Начальная реанимация 30:2».

ИКОНА «ВРЕМЯ»

Обратите внимание на две маленькие иконы – перевернутые трапеции желтого цвета. Они обозначают Время и выполняют важную функцию – указывают врачу предельное время, отводимое на ту или иную операцию.

Например, верхняя икона «10 секунд» на рис. 105 напоминает, что врач обязан за это время успеть выполнить две операции:

- выяснить, есть ли реакция пациентки на обращение и прикосновение,
- выяснить, есть ли у пациентки нормальное (не агональное) дыхание.

ЛИШНЮЮ ИКОНУ СЛЕДУЕТ УДАЛИТЬ

Рассмотрим ситуацию подробнее. Для этого проанализируем икону Время «10 секунд», соединенную с иконой Вопрос «Прощупывается ли пульс на сонной артерии?» (рис. 105).

Икона Вопрос в данном случае несет двойную нагрузку. Во-первых, она обозначает Действие: «Прощупай пульс на сонной артерии». Во-вторых, по результатам Действия врач должен принять Решение: «прощупывается пульс или нет?»

Поскольку речь идет о реанимации, время дорого и счет идет на секунды. Желтая икона Время напоминает врачу: на обе операции (выполнение Действия и принятие Решения) ему отводится всего 10 секунд.

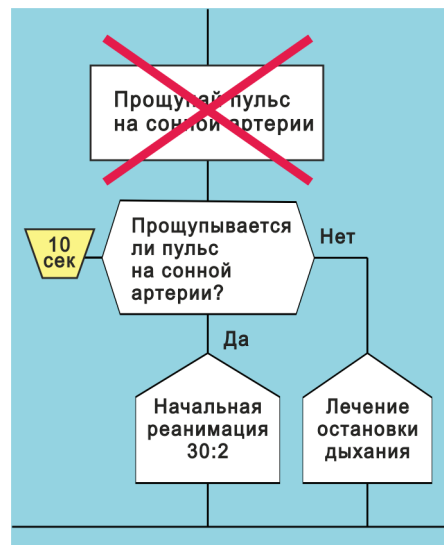


Рис. 106. Икона Действие здесь не нужна

Вопрос. Некоторые люди считают, что любое действие (например, «Прощупай пульс на сонной артерии») следует писать в иконе Действие. Почему в данном случае икона Действие отсутствует на рис. 105?

Ответ. Потому что в ней нет никакой необходимости. Если послушать горе-советчиков и добавить ненужную икону (как показано на рис. 106), то надписи в иконах Действие и Вопрос будут почти полностью совпадать:

- «Прощупай пульс на сонной артерии».
- «Прощупывается ли пульс на сонной артерии?»

При восприятии одинакового текста читатель не получает новой информации и зря теряет время. Это может вызвать ненужную заминку и даже раздражение. По этой причине икону Действие удаляют – на рис. 106 она зачеркнута крестом.

Правило
лишней иконы

Если две иконы (Действие и Вопрос) соединены последовательно, причем текст в обеих иконах почти полностью повторяется, икона Действие в медицинском алгоритме является лишней. Ее следует удалить.

КАК ИСПРАВИТЬ ОШИБКУ

Алгоритм «Реанимация беременной женщины» мы заимствовали из источника [160]. При этом выявилась интересная подробность. В оригинале ветка «Оценка состояния беременной» изображена, как показано на рис. 107. Обратите внимание на порядок икон Адрес:

- «Начальная реанимация 30:2».
- «Лечение остановки дыхания».
- «Дальнейшая помощь».

Это значит, что нарушено основополагающее правило «Чем правее, тем хуже». Действительно, самая неблагоприятная для пациента ситуация «Начальная реанимация 30:2» по ошибке оказалась слева. А должна быть справа! Кроме того, икона Адрес «Дальнейшая помощь» должна занимать не правую, а крайнюю левую позицию.

Отсюда вытекает, что мы обнаружили эргономическую неточность (ошибку) в оригинале. Чтобы устранить дефект, необходимо несколько раз осуществить рокировку. Посмотрим, как это делается.

Первый раз выполняем рокировку в развилке «Есть реакция на обращение и прикосновение?». Это позволяет выпрямить главный маршрут и направить его по шампуру. Но этого мало.

Нужна вторая рокировка в развилке «Есть ли нормальное дыхание?». Благоприятный ответ Да мы также подключаем к шампуру.

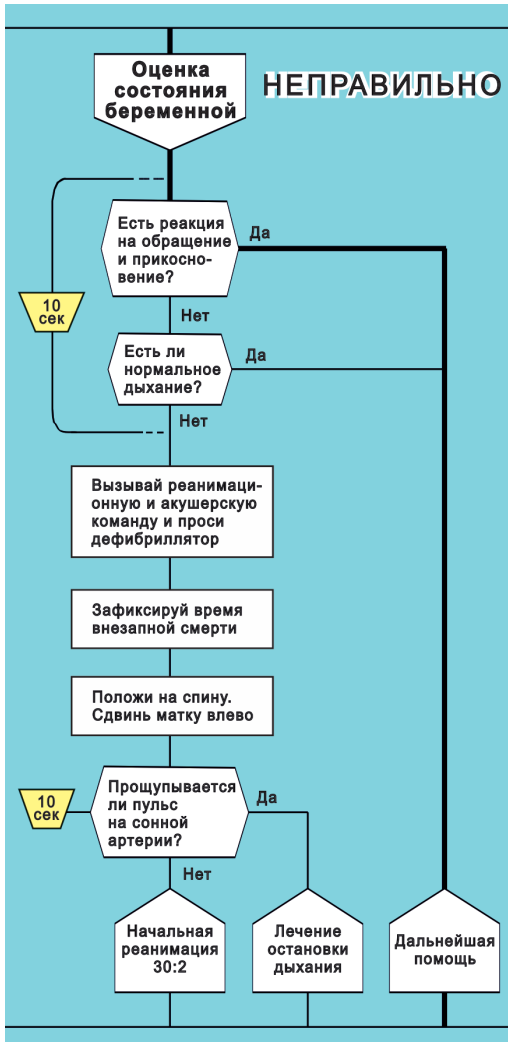


Рис. 107. Ветка с ошибкой. Нарушено правило «Чем правее, тем хуже»



Рис. 108. Ошибка исправлена с помощью рокировки

Третью и последнюю рокировку делаем в развилке «Прослушивается ли пульс на сонной артерии?». Благодаря этому икона «Начальная реанимация 30:2» перемещается туда, куда надо – в крайнее правое положение.

В результате трех рокировок мы значительно улучшили схему. Но не полностью. Возникла неожиданная неприятность с верхней иконой «10 секунд». Если сохранить ее на прежнем месте (слева от ветки), нижний конец будет пересекать шампур. Это недопустимо, потому что пересечения категорически запрещены. Как же быть?

Выход есть! Надо передвинуть икону «10 секунд» и расположить ее справа от ветки, как показано на рис. 108. И пересечение сразу исчезнет. Такая операция называется *зеркальным отражением* иконы «Время группы» (отражение производится относительно вертикали).

Таким образом, мы решили все трудности. В результате трех рокировок и зеркального отражения удалось устранить выявленные в первоисточнике нарушения правил языка ДРАКОН. Результат показан на рис. 108.

В заключение добавим, что два алгоритма на рис. 107 и 108 являются равносильными. Они отличаются лишь графически.

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «ЛЕЧЕНИЕ ОСТАНОВКИ ДЫХАНИЯ»

Ветка выделена из рис. 102 и показана на рис. 109. Как и ветка на рис. 105, она служит «большой развилкой» на три направления. И потому имеет три иконы Адрес.

Икона «2 минуты» прицеплена к иконе Действие «Вдувай 1 раз каждые 5–6 секунд». Смысл в том, что врач должен делать пациентке искусственные вдохи (вдувая в нее кислород каждые 5–6 секунд) в течение двух минут.

Нижние две иконы Время связаны с иконами Вопрос. Они указывают предельное время для выполнения операций. На принятие решения «Есть ли пульс?» врачу отводится 10 секунд. Чтобы выяснить «Есть ли дыхание?» дается 5–10 секунд.

Согласно *Правилу лишней иконы* перед иконами Вопрос отсутствуют иконы Действие с повторяющейся информацией.

Таким образом, икона Вопрос «Есть ли пульс?» имеет двойную функцию:

- Во-первых, врач реализует Действие «Нащупай пульс»,
- Во-вторых, врач принимает Решение «Есть ли пульс?» с ответом Да или Нет.

Икона «Есть ли дыхание?» также реализует двойную функцию.

ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

В главе 9 мы уже познакомились с *простым циклом*. Простой цикл легко узнать по характерной горизонтальной стрелке, направленной влево. Петля простого цикла всегда закручена против часовой стрелки (см. рис. 79, 81, 83).

Существует иной тип цикла, для которого стрелка не нужна. Он образуется с помощью иконы Адрес. Каким образом?

Если икона Адрес указывает на свою собственную (или на более левую) ветку, образуется *повторение* действий, то есть цикл.

Пример показан на рис. 109, где в иконе Адрес написано имя своей родной ветки «Лечение остановки дыхания».

Представим себе, что при выполнении этой ветки бегунок спускается вниз, попадает в икону Вопрос «Есть ли дыхание?», и врач видит, что дыхания нет. Это значит, что бегунок выходит через Нет, проходит через икону Адрес «Лечение остановки дыхания» и снова возвращается в начало той же самой ветки.

Если не изменятся условия в обеих иконах Вопрос, бегунок будет снова и снова утюжить ветку «Лечение остановки дыхания». Это и есть *веточный цикл*. Он обозначается двумя черными треугольниками (рис. 109).

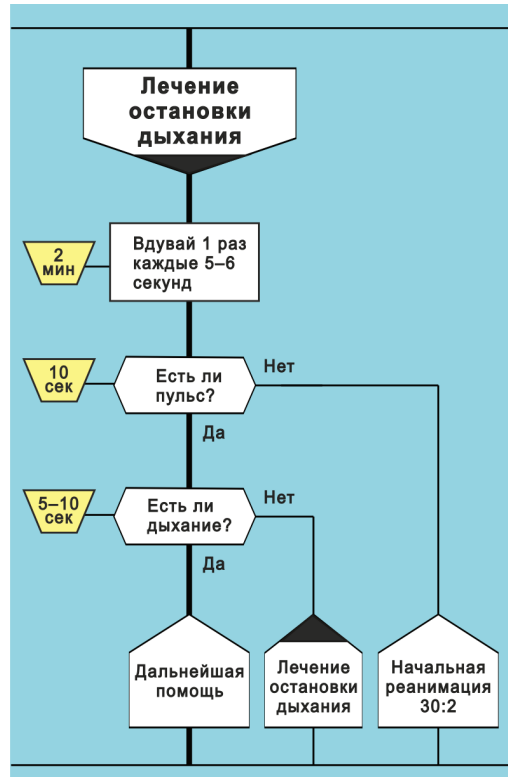


Рис. 109. Ветка «Лечение остановки дыхания»

Когда цикл закончит работу? Возможны два варианта:

1. Если у пациентки пропал пульс, бегунок покидает икону «Есть ли пульс?» через Нет и далее через икону Адрес прыгает в ветку «Начальная реанимация 30:2».
2. Если же, к счастью, у пациентки появилось дыхание, бегунок выходит из иконы «Есть ли дыхание?» через Да и затем через Адрес перемещается в ветку «Дальнейшая помощь».

Какова роль черных треугольников? Для работы алгоритма они совершенно не нужны. Они ни на что не влияют. Если их убрать, ничего не изменится.

Зачем же они поставлены? Только для того, чтобы служить удобным зрительным ориентиром.

Если бы треугольников не было, пришлось бы долго разбираться, чтобы убедиться в том, что в одной из икон Адрес записан адрес собственной ветки. А треугольники сразу бросаются в глаза и экономят время.

Может случиться так, что в алгоритме потребуются несколько веточных циклов. В таком случае, чтобы не запутаться, нужно использовать разные маркеры-треугольники, представленные в справочнике на рис. 22.

Что такое веточный цикл?

- Это цикл, при котором в иконе Адрес написано имя своей собственной (или более левой) ветки.
- Чтобы легко найти веточный цикл, его помечают двумя черными треугольниками.

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «НАЧАЛЬНАЯ РЕАНИМАЦИЯ 30:2»

В эту ветку можно попасть двумя способами:

- Из ветки «Оценка состояния беременной», когда в иконе «Прощупывается ли пульс на сонной артерии?» получен ответ Нет.
- Из ветки «Лечение остановки дыхания», когда из иконы «Есть ли пульс?» выходим через Нет.

Формула 30:2 означает, что спасатель поочередно выполняет:

- 30 компрессий грудной клетки,
- 2 вдоха в легкие пациентки.

На рис. 110 регулярное повторение этих действий изображено в виде цикла. Цикл заканчивается, когда принесут дефибриллятор.

Описание ветки «Применение дефибриллятора» мы опускаем, так как все используемые в ней иконы нам уже известны.

ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ СИЛУЭТА И ПРАВИЛО ВЕЗЕНИЯ

Предположим, что пациент является «везунчиком», в жизни ему всегда везет. Можно сказать, что жизнь такого пациента подчиняется «Правилу везения».

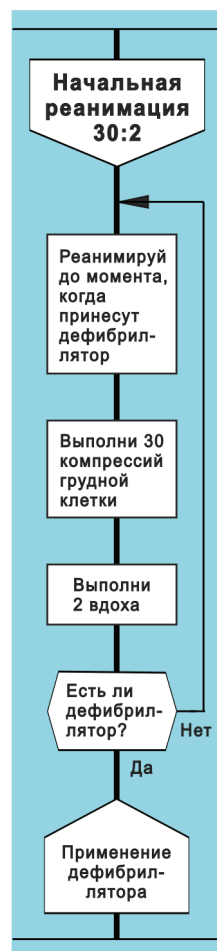


Рис. 110. Ветка «Начальная реанимация 30:2»

Заодно вспомним, что главный маршрут алгоритма – это наиболее благоприятный для пациента путь, ведущий из Заголовка в Конец. Слова «наиболее благоприятный маршрут» и «Правило везения» имеют один и тот же смысл.

Поясним сказанное применительно к алгоритму на рис. 102.

Чтобы построить главный маршрут силуэта, следует держаться Правила везения – во всех развилках надо выбирать вариант, который является наилучшим для нашей пациентки, беременной женщины.

Итак, приступим. Из Заголовка на рис. 102 путь идет вниз по шампуру первой ветки. Через икону Адрес бегунок попадает на шампур второй ветки. Здесь появляется вопрос: «Есть ли реакция на обращение и прикосновение?». Руководствуясь Правилом везения, бегунок отбрасывает плохой ответ и выбирает хороший, согласно которому пациентка успешно реагирует на прикосновение и обращение. Бегунок скользит вниз по шампуру второй ветки и опускается в икону Адрес «Дальнейшая помощь».

Таким образом, бегунок пропускает три ветки на рис. 102, описывающие экстренную помощь:

- «Лечение остановки дыхания».
- «Начальная реанимация 30:2».
- «Применение дефибриллятора».

В результате такого маневра бегунок обходит неприятности и сразу попадает на вход ветки «Дальнейшая помощь» (рис. 111). Здесь возникает второй и последний вопрос: «Нужна ли реанимация?»

Правило везения требует выбрать ответ Нет. И бегунок по шампуру прямиком спускается до Конца.

Мы убедились, что главный маршрут силуэта на рис. 102 проходит через три шампура (через первую, вторую и последнюю ветки). Это и есть наиболее благоприятный маршрут для нашей беременной женщины.

НЕЯСНОСТЬ НЕОБХОДИМО УСТРАНИТЬ

Внимательный анализ показывает, что главный маршрут алгоритма на рис. 102 содержит неясные места и порождает вопросы. Алгоритм посвящен реанимации, но главный маршрут по какой-то причине обходит все реанимационные действия.

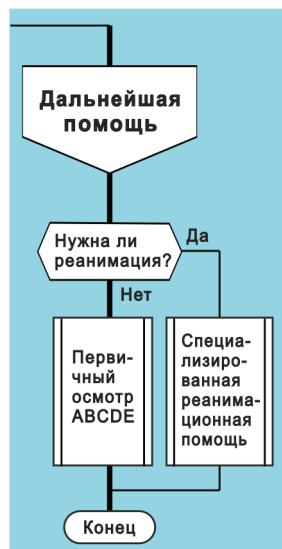


Рис. 111. Ветка «Дальнейшая помощь»

В самом деле, можно ли, исследуя главный маршрут, говорить о том, что произошла внезапная смерть пациентки? Нет, нельзя. Можно ли считать, что у нее пропал пульс? Тоже нет. Наконец, были ли у нее трудности с дыханием? Опять-таки нет. Она нормально реагировала на обращение и прикосновение.

Это странно. Главный маршрут алгоритма не содержит нужных сведений и требует обдумывания. По какой причине у врача возникли подозрения, что наша героиня попала в критическую ситуацию и, возможно, нуждается в реанимации?

Главный маршрут, к сожалению, не позволяет уточнить ситуацию и дать однозначный ответ. Приходится констатировать, что в данном алгоритме имеет место неясность. Неясность, которую необходимо устранить.

Читатель может рассматривать описанную ситуацию как домашнее задание и по своему усмотрению устранить недостаток.

АЛГОРИТМ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ И НОВАЯ КУЛЬТУРА КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

ДРАКОН – алгоритмический язык высокой точности. Он представляет собой принципиально новый инструмент. Раньше таких инструментов просто не существовало.

ДРАКОН обеспечивает высочайшую точность при разработке медицинских алгоритмов. Это обнажает ряд проблем, которые раньше казались незаметными.

В медицине существуют определенные традиции, устоявшиеся привычки, традиционный стиль при описании медицинских алгоритмов. Для этого стиля характерен творческий, неформальный подход. Творческому стилю присуща некоторая размашистость, приблизительность, неточность и необязательность.

Творческий человек сосредоточен на главном, и эту главную идею он тщательно шлифует, совершенствует, уточняет, доводит до блеска и до победного конца.

Однако от главной идеи обычно ответвляются многочисленные боковые маршруты, за которыми очень трудно уследить.

Здесь требуются совсем другие качества: пунктуальность, дотошность, аккуратность, алгоритмическое буквоедство и алгоритмическая педантичность.

Проблема состоит в том, что до сих пор медицина не знала требования о необходимости **полного анализа всех без исключения маршрутов алгоритма.**

Данное требование является принципиально новым. Оно знаменует переход к *новой культуре клинического мышления*.

СВЕРТКА ИНФОРМАЦИИ ИЛИ ВЫСОКАЯ ТОЧНОСТЬ?

Существуют две точки зрения на медицинский алгоритм:

- алгоритм как свертка информации,
- алгоритм высокой точности.

Понимание алгоритма как свертки информации получило широкое распространение в медицине. По мнению профессоров Александра Краснова и Игоря Давыдкина, медицинский алгоритм предназначен для сворачивания информации. Они пишут:

«За последние годы вышло немало учебных пособий, где предприняты попытки написания профессиональных [медицинских] алгоритмов. Однако чаще всего эти алгоритмы написаны клиницистами в произвольном стиле, не имеют унифицированной общепринятой символики, перегружены числом элементов (счет которых иногда идет на десятки на странице. Поэтому они в принципе не могут быть восприняты как свертка информации (для чего, собственно, и предназначались)» [163, 164].

Так ли это? Можно ли согласиться с тем, что алгоритмы предназначались для свертки информации?

Свертка (сворачивание) информации означает сжатый комплекс информационных сведений, из которого удалено все лишнее и малозначительное, оставлена только самая суть. Излишнее сокращение делает информацию непонятной, при недостаточном сокращении за мелочами теряется суть вопроса [165].

По нашему мнению, трактовка алгоритма как свертки устарела и не имеет будущего. Она не позволяет осуществлять детальный анализ всех без исключения маршрутов алгоритма и является источником ошибок. На смену этой концепции приходит принципиально новая идея – идея медицинского алгоритма высокой точности.

ЭРГОНОМИЧНЫЙ АЛГОРИТМ

Эргономичный алгоритм – алгоритм, удовлетворяющий критерию сверхвысокого понимания. Преимущество эргономичных алгоритмов в том, что они намного понятнее, яснее, нагляднее и доходчивее, чем обычные.

Если алгоритм непонятный, в нем трудно или даже невозможно заметить затаившуюся ошибку.

И наоборот, чем понятнее алгоритм, тем легче найти дефект. Поэтому более понятный, эргономичный алгоритм намного лучше обычного. Лучше в том смысле, что он облегчает выявление ошибок, а это очень важно.

Ведь чем больше ошибок удастся обнаружить при проверке за столом, тем больше вероятность, что вновь созданный алгоритм окажется правильным, безошибочным, надежным. Кроме того, эргономичные алгоритмы удобны для изучения, их проще объяснить другому человеку.

Все в алгоритме понятно и ясно,
Если он сделан эргономично.
Эргономично – это прекрасно!
Эргономично – значит отлично!

КНИЖНЫЙ РАЗВОРОТ

При изложении материала мы постепенно увеличивали сложность и объем алгоритмов. Самые крупные примеры представлены на рис. 96 и 102. Каждый из них занимает две страницы, образующие книжный разворот.

Возникает вопрос: как изображать большие алгоритмы в медицинских учебниках? Можно дать следующие рекомендации.

- Большие алгоритмы лучше размещать в виде силуэта на книжных разворотах.
- Если одного разворота мало, можно продолжить алгоритм-силуэт вправо по горизонтали и занять два (или даже три) соседних разворота.
- Сочленение двух разворотов осуществляется с помощью двух икон Соединитель, как показано на рис. 112 (по два соединителя с каждой стороны).
- Для книги, содержащей медицинские алгоритмы, желательно использовать формат 70×100 1/16.
- Не следует использовать слишком мелкий шрифт внутри икон; кегль (размер буквы по вертикали) должен быть не меньше 6 или 7 типографских пунктов.

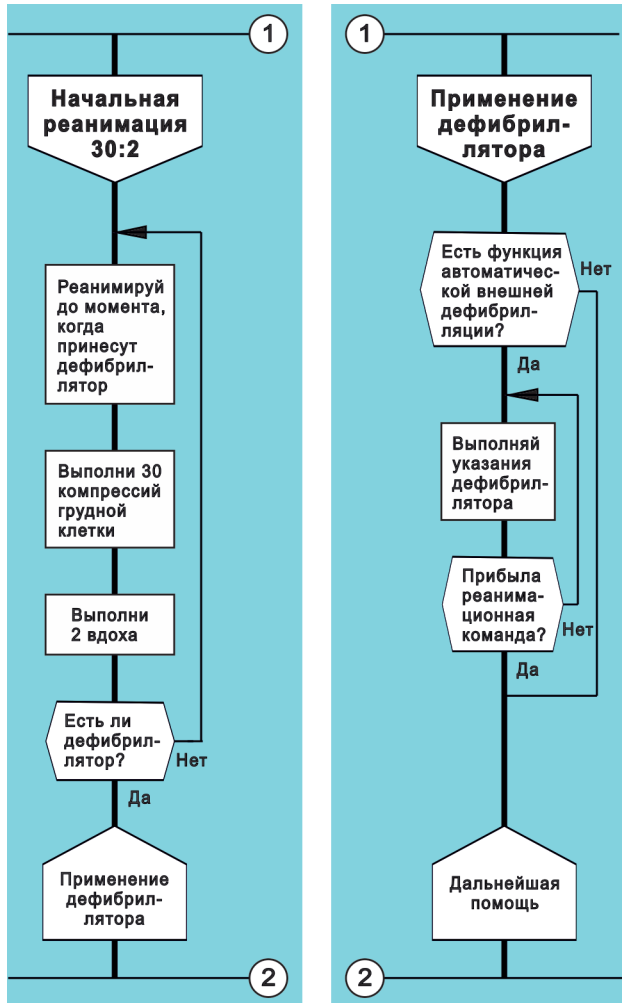


Рис. 112. Переход с листа на лист производится с помощью двух икон Соединитель

ВЫВОДЫ

1. Многоадресный силуэт – это силуэт, содержащий многоадресные ветки.
2. Многоадресный силуэт позволяет:
 - изменять последовательность выполнения веток,
 - выборочно запускать ветки, пропуская некоторые из них,
 - создавать веточные циклы.

3. В языке ДРАКОН используются эффективные средства управления восприятием:
 - картографический принцип силуэта,
 - фиксация начала и конца,
 - шапка,
 - увеличение толщины шампуров,
 - выделение шрифтом и кеглем,
 - акцент на иконах Время,
 - треугольные маркеры,
 - ветка-комментарий.
4. Ветка-комментарий позволяет выделить из пояснительного текста наиболее важные сведения и вставить их непосредственно в чертеж алгоритма.
5. Иконы Время указывают врачу предельное время, отводимое на ту или иную операцию.
6. Если две иконы (Действие и Вопрос) соединены последовательно, причем текст в обеих иконах почти полностью совпадает, икона Действие в медицинском алгоритме является лишней и подлежит удалению.
7. Веточный цикл образуется в случае, если икона Адрес указывает на свою собственную или на более левую ветку.
8. Понимание алгоритма как свертки информации устарело. Будущее принадлежит медицинским алгоритмам высокой точности.
9. Алгоритмы высокой точности нацелены на решение принципиально новой задачи – описание всех без исключения маршрутов алгоритма.

МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ОТ ОДИНОЧНЫХ АЛГОРИТМОВ – К СИСТЕМЕ АЛГОРИТМОВ

До сих пор мы описывали *одиночные* алгоритмы. Начиная от простейших, таких как «Действия при травматической ампутации частей тела» (рис. 1) и «Помощь при небольшой ране» (рис. 25). До более сложных, таких как «Первая помощь при химическом ожоге глаз» (рис. 96) и «Реанимация беременной женщины» (рис. 102).

Постепенно мы переходили от одиночных алгоритмов, полностью изолированных друг от друга, к взаимосвязанным, решающим общую задачу.

Здесь следует указать на *принципиально новый* момент. Связь между алгоритмами должна быть не словесной, а формальной, она должна иметь точное графическое обозначение. В языке ДРАКОН таким графическим символом служит икона Вставка.

При каком условии можно утверждать, что между двумя алгоритмами имеется связь? При условии, что в первом алгоритме есть икона Вставка, которая точно указывает на второй алгоритм. При отсутствии Вставки говорить о наличии связи бессмысленно и недопустимо. Вставка играет роль клея, скрепляющего алгоритмы между собой. Нет клея – нет и связи. Нет связи – нет и системы алгоритмов.

Это значит, что запрещаются любые словесные пояснения и аргументы, указывающие на связь между алгоритмами. Если врач скажет: «Мамой клянусь, что между алгоритмами есть связь», это всего лишь пустословие.

ПРИМЕР

Первый опыт построения алгоритмической системы мы продемонстрировали, когда на сцене появился скромный дуэт: «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы» (рис. 23) и «Использование пульсоксиметра» (рис. 24).

В первом алгоритме предусмотрена Вставка, внутри которой написано «Использование пульсоксиметра». Мы видим, что название Вставки и название второго алгоритма совпадают. Совпадение не случайно – оно означает, что Вставка однозначно указывает на второй алгоритм. В результате образуется связь между алгоритмами, и они превращаются в алгоритмическую систему.

Конечно, это очень простой и малоинтересный пример. Впрочем, лиха беда начало.

ВТОРОЙ ПРИМЕР

На рисунке 83 показан алгоритм «Отсасывание мекония из трахеи новорожденного». В нем используются две иконы Вставка:

- «Интубирование трахеи»,
- «Выполнение искусственной вентиляции легких».

Каждая из них представляет собой довольно сложный алгоритм. Раньше мы ограничивались замечанием, что указанные алгоритмы обязательно должны быть раскрыты где-нибудь в подходящем для этого месте. Причем читатель должен иметь возможность попасть в это место и ознакомиться с алгоритмом. Если такой возможности нет, значит Вставка превращается в шараду: «Пойди туда, не знаю куда».

Замечание правильное, но суть не в этом. Суть в том, что икона Вставка – это фундаментальная основа для строительства алгоритмических систем.

ТРЕТИЙ ПРИМЕР

Обратимся к рисунку 83, где представлен алгоритм «Реанимация беременной женщины». В нем используются две иконы Вставка:

- «Первичный осмотр ABCDE»,
- «Специализированная реанимационная помощь».

Последняя Вставка – сложнейший алгоритм. Специализированная реанимационная помощь – это целая отрасль медицины. Близкая по теме книга «Специализированная реанимация новорожденного, построенная на основе языка ДРАКОН, насчитывает 400 страниц [128].

На этом мы заканчиваем рассказ о трех примерах алгоритмической системы, которые удалось «втиснуть» в книгу. Ясно, что этого мало¹.

Ниже, в качестве компенсации, в общем виде и без иллюстраций рассмотрен большой пример на тему скорой помощи.

¹ Чтобы раскрыть тему «Медицинская алгоритмическая система» и снабдить ее иллюстрациями, необходимо написать отдельную книгу. На этих страницах сделать это невозможно.

СКОРАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ И БОЛЬШИЕ АЛГОРИТМЫ

Что такое скорая помощь? Можно ли представить ее как единый стройный алгоритм? Алгоритм, который делится на множество отделов, подразделов и более мелких подразделений?

Мы сразу же сталкиваемся с парадоксом. С одной стороны, практика скорой помощи хорошо организована, тысячу раз проверена и отработана до звона. Накоплен огромный опыт. Казалось бы, должны существовать и войти в учебники детальные графические алгоритмы скорой помощи. Однако этого нет. Все попытки отыскать в литературе подробные чертежи «большого алгоритма» скорой помощи, учитывающие все без исключения особенности ее работы, ни к чему не приводят. Ничего подобного нет даже близко².

Почему? Читатель уже знает наш ответ. Потому что отсутствует удобная и строгая графическая нотация. Без удобной нотации, как без рук – ничего не выйдет. Медицинский язык ДРАКОН создан для того, чтобы коренным образом исправить положение и предложить эффективное решение.

В данной главе мы ведем речь об использовании ДРАКОНа для разработки больших, если угодно, сверхбольших и даже громадных алгоритмов. В качестве важного и сложного примера мы выбрали скорую помощь. Однако наши рассуждения полностью распространяются на любые большие медицинские алгоритмы.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Медицинская алгоритмическая система – специальный термин, обозначающий не один алгоритм, а совокупность логически связанных графических алгоритмов, решающих общую задачу и направленных на исчерпывающее процедурное описание медицинской темы, например, скорой помощи. Это не одиночный частный алгоритм, а именно совокупность алгоритмов, т. е. система.

Алгоритмическая система имеет определенную структуру. Она включает головной алгоритм (алгоритм верхнего уровня) и алгоритмы более низких уровней (рис. 112а).

Головной алгоритм содержит несколько икон Вставка. Например, десять вставок. Обозначим их через *A, B, C ... K*. Каждой вставке соответствует одноименный алгоритм низкого уровня. Вставке *A* соответствует алгоритм *A*. Вставке *B* соответствует алгоритм *B*. И так далее до *K* (рис. 112а).

² Сокращенные алгоритмы, такие как [79], являются, хотя и полезными для определенных случаев, но в целом неэргономичными и неудовлетворительными.

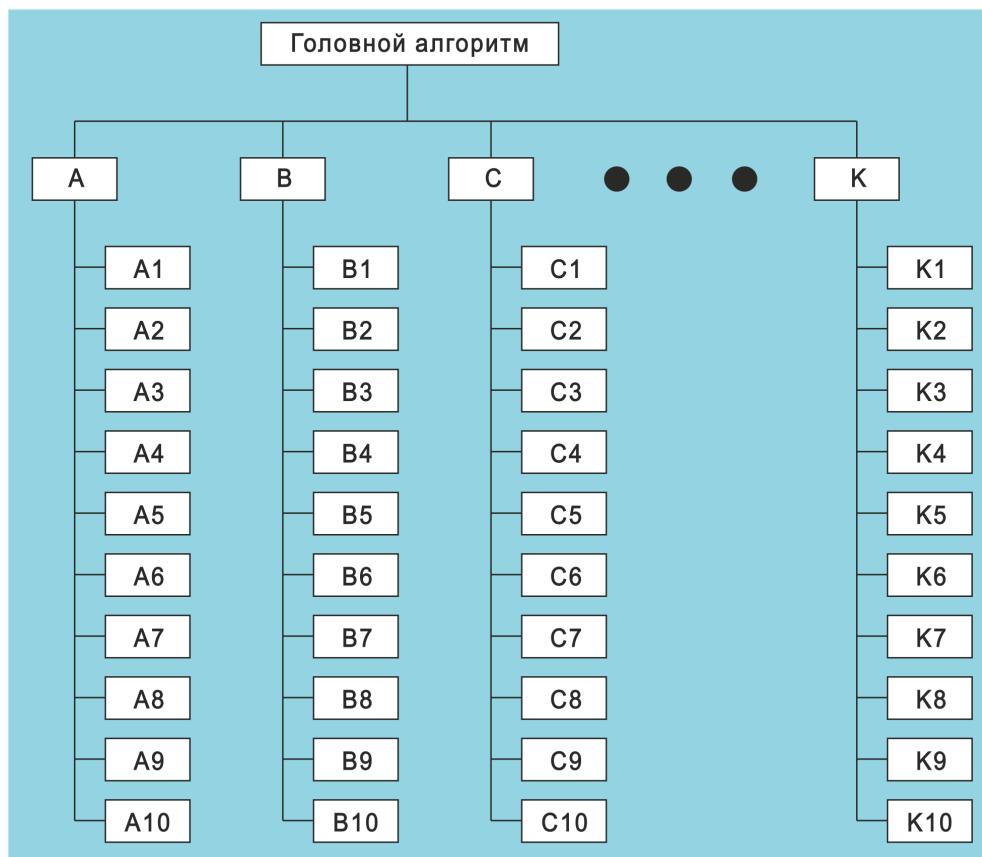


Рис. 112а. Алгоритмическая система, состоящая из 111 алгоритмов

Предположим, что алгоритм *A*, в свою очередь, разбивается на десять алгоритмов третьего уровня: *A1*, *A2*, ... *A10*. Точно так же дробятся и остальные алгоритмы *B*, *C*, ... *K*. Подытожив, получим, что алгоритмическая система, изображенная на рис. 112а, состоит из 111 алгоритмов (цифры условные).

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА АЛГОРИТМОВ

На рис. 112а представлена иерархическая система алгоритмов, имеющая три уровня иерархии. На верхнем уровне один алгоритм, который является головным. На втором уровне живут 10 алгоритмов, подчиненных головному (*A*, *B*, *C*, ... *K*). На третьем, самом нижнем уровне иерархии находятся 100 алгоритмов, на которые показывают указательным пальцем Вставки второго уровня.

Уровней иерархии может быть и больше. Все зависит от конкретного случая.

РАЗДЕЛЯЙ И ВЛАСТВУЙ!

Принцип «Разделяй и властвуй» означает, что головной алгоритм делится на несколько алгоритмов второго уровня. Их может быть семь, десять или двадцать с лишним. В свою очередь каждый алгоритм второго уровня делится на алгоритмы третьего уровня. И так далее.

Что же мы при этом выигрываем?

С помощью принципа «Разделяй и властвуй» получаем огромный выигрыш. Первоначально проблема скорой помощи представляет собой некую гигантскую аморфную массу, похожую на первобытный хаос. И никто не знает, как описать ее в виде удобного графического алгоритма. С какого боку к ней подступиться.

С чего начать? Можно начать сверху. Прежде всего, нужно выделить головной алгоритм. Это должен быть силуэт. Не надо увлекаться гигантоманией и строить силуэт с большим числом веток. Желательно, чтобы головной силуэт был содержал не более 10–20 веток, лучше еще меньше. Примерно так же следует проектировать алгоритмы второго и нижних ярусов.

Можно начать наоборот, не сверху, а снизу и постепенно продвигаться снизу вверх. Можно сочетать оба метода.

В конечном итоге получится четкий и взаимоувязанный большой алгоритм, аккуратно нарезанный на мелкие и удобные порции. Это выгодный прием, позволяющий строить алгоритмы по принципу «Разделяй и властвуй», т. е. расчленять алгоритмы на части и снова собирать их из частей (вставок).

Нисходящий процесс можно назвать *декомпозицией* (разбиением на части) большого алгоритма, например, алгоритма скорой помощи. В языке ДРАКОН для декомпозиции больших алгоритмов предусмотрены два инструмента:

- использование Вставок,
- дробление алгоритмов на ветки.

ВОЗРАЖЕНИЯ СКЕПТИКОВ

- А можно ли это сделать? Удается ли довести процесс до конца?
- Чепуха! Ничего у вас не выйдет! Типичная маниловщина.
- Вздорная утопия!
- Пустая трата времени! Никому это не нужно!

Чтобы ответить на обвинения, заручимся поддержкой пионера медицинской алгоритмизации профессора Владимира Тавровского.

Ниже приводятся выдержки из его работы «Алгоритмы действий врача скорой помощи» [166]. Выдержки пронумерованы и оформлены как эссе (всего 20 эссе), некоторые снабжены комментарием.

Эссе 1.

АЛЛО! ГОВОРIT ПРОФЕССОР ТАВРОВСКИЙ

– В 1980 году Юрий Янкин, зам. главврача Новокузнецкой станции скорой помощи предложил создать алгоритм для «скоростников» – врачей его станции. Вместе мы и придумали такой алгоритм. Он предназначался для кардиологов и назывался «Сердце, сосуды». Как он выглядел? Это было дерево решений, изложенное на перфокартах, скреплённых в маленький альбом.

Алгоритм выдавался кардиологическим и реанимационным бригадам, причём пользование им было обязательным.

Затем были созданы алгоритмы и по другим разделам скорой помощи. В их составлении, совершенствовании и эксплуатации приняли участие станции Новосибирска, Барнаула и Перми, а затем – Красноярска и Улан-Удэ [166].

КОММЕНТАРИЙ 1

Перфокарты, на которых изображен текст алгоритма, канули в прошлое. Навсегда. Здесь важно другое – Тавровский описывает первую попытку применить алгоритмический подход в работе станций скорой помощи. Попытка была успешной. На примере кардиологических и реанимационных бригад показана принципиальная возможность алгоритмизации скорой помощи.

О каких перфокартах идет речь? Тавровский имеет в виду перфокарты с двухрядной краевой перфорацией формата К5; на карте напечатан алгоритм, состоящий из дерева решений и врачебных назначений [167].

Эссе 2.

МНОГОЕ УСТАРЕЛО, НО ОСТАЛИСЬ МЕТОДИКА И ПРИНЦИПЫ

Помимо диагностических и лечебных мероприятий, алгоритмы регламентировали показания к вызову другой бригады и транспортировке. Они подсказывали:

- куда именно надо транспортировать пациента,
- когда обратиться за советом к старшему врачу смены,
- когда запланировать активный повторный вызов к больному, оставленному дома и т. п.

Я, продолжает профессор Тавровский, наблюдал за использованием этих средств несколько лет, но сейчас об их судьбе ничего не знаю.

Несомненно, их содержание частично устарело. Однако, даже если многое отстало от жизни, остаётся методика их составления и принципы использования, проверенные обширной практикой. А это ведь и есть ответ на вопросы «Зачем это нужно?» и «Как это сделать?» [166].

КОММЕНТАРИЙ 2

Принципы алгоритмизации Тавровского имеют непреходящую ценность. Тавровский был первопроходцем и работал в труднейших условиях, не имея удобной графической нотации для записи алгоритмов. Тем не менее, он добился замечательных успехов.

Эссе 3.

КАК РАСПИСАТЬ НАПЕРЁД ДЕЙСТВИЯ ВРАЧА ВО ВСЕХ ВОЗМОЖНЫХ СИТУАЦИЯХ

(на примере алгоритма «Сердце, сосуды»)

Врач скорой помощи прибыл к больному и решил, что это – сердечный больной.

- Какие вопросы врач должен задать себе в первую очередь?
- В каком порядке?
- Какие ответы он может получить?
- К чему будет обязывать каждый из вариантов ответа?
- Что он должен будет сделать?
- Сколько времени можно ждать эффекта от принятых мер?
- Что делать, если меры не дали результата?

Перечисленные вопросы и ответы на них (все возможные вопросы и все вероятные ответы) надо изложить в виде заранее продуманной схемы алгоритма. В виде дерева решений.

Затем, в реальной ситуации следует пользоваться этой схемой как руководством к действию. Схема должна быть не только всеобъемлющей, детальной и точной, но и компактной, удобной для пользования в любой обстановке.

Лучший способ доказать, что такая схема возможна – предъявить её. Но как это сделать в рамках интернет-рассылки? Приходится полагаться на отдельные примеры и уповать на доверие и воображение читателей [166].

КОММЕНТАРИЙ 3

Тавровский разумно ставит вопросы, на которые должен дать ответ алгоритм. Он говорит: «Лучший способ доказать, что такая схема возможна –

предъявить её». К сожалению, схему алгоритма он не предъявляет. Почему? Потому что у него не было удобной и строгой графической нотации для записи алгоритмов.

Язык ДРАКОН позволяет устранить этот пробел, т. е. создать нужную схему и распространять ее как в бумажном виде, так и в сети Интернет. Поэтому «уповать на доверие и воображение читателей» совершенно не нужно.

Имея комплект дракон-схем, читатели могут читать алгоритм своими глазами, а не с помощью воображения.

Эссе 4.

ЖИВ ЛИ БОЛЬНОЙ? НУЖНА ЛИ РЕАНИМАЦИЯ?

Первая задача кардиолога – решить, жив ли больной.

Соответственно, первый вопрос алгоритма: «Сознание?» Возможны ответы:

- Сохранено.
- Спутанное.
- Отсутствует.

Первые два ответа предполагают сохранение дыхания и кровообращения, при третьем надо спросить: «Дыхание?». И подсказать три ответа:

- Сохранено, эффективное.
- Сохранено, неэффективное.
- Отсутствует.

Последние два ответа означают необходимость реанимации. Какой именно реанимации? При отсутствии дыхания для выбора адекватных реанимационных мер надо спросить: «Сердечная деятельность?». Возможны три ответа:

- Сохранена.
- Фибрилляция.
- Асистолия.

Таким образом, тремя вопросами («Сознание?», «Дыхание?», «Сердечная деятельность?») определяется, необходима ли реанимация и какая именно.

Далее, в каждом из вариантов, при которых требуется реанимация, будут предписаны все меры, необходимые при этом варианте, и только они. В каждом будет указано, по каким критериям, по каким результатам принятых действий надо выбрать следующий шаг [166].

Эссе 5.

ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ РЕАНИМАЦИЯ НЕ НУЖНА

Если реанимация не нужна, надо решить, какое состояние является определяющим. Таких состояний может быть только пять:

- Резко сниженное артериальное давление.
- Резко повышенное артериальное давление.
- Нарушение сердечного ритма.
- Болевой синдром.
- Одышка.

Простыми вопросами о болевых ощущениях, одышке, давлении и пульсе можно сделать не только нужный выбор, но и распознать комбинацию этих состояний. Например, боль, сочетанную с коллапсом, аритмию с одышкой и т. д.

Разумеется, для получения ответов надо предложить:

- измерение давления,
- выслушивание сердца и лёгких,
- подсчёт пульса и дыхания,
- электрокардиограмму.

С помощью этих средств ответы будут получены. И станет ясно, какое срочное лечение необходимо. Далее можно к этому лечению приступить [166].

Эссе 6.

ШАГ ЗА ШАГОМ

Указанная информация, в виде дерева вопросов и ответов, уместается на двух пронумерованных карточках [перфокартах] размером в половину стандартной страницы. Дерево разветвляется и ведет к трём десяткам точек, в каждой из которых надо действовать по-своему. Причем для каждой точки ясно, как надо действовать.

Пронумеруем точки. Для каждого номера составим свою карту необходимых мероприятий. Отправим врача с каждой такой точки на соответствующую ей карту. На карте написано, что именно надо сделать (медикаменты, процедуры, контрольные измерения) и сколько минут ждать результата. Это лечебные назначения.

Когда они будут выполнены, снова должен последовать вопрос о состоянии пациента (сознание, боль, давление, одышка, пульс) [166].

Эссе 7. РЕЗУЛЬТАТ МОЖЕТ БЫТЬ РАЗНЫМ

Укажем три варианта.

- Во-первых, состояние может перейти в другое грозное сочетание тех же симптомов. Для каждого из них у нас уже есть карта. Отошлём врача туда. Для этого укажем под результатом номер очередной карты, необходимые в данный момент действия изложены там.
- Во-вторых, состояние может остаться прежним. Тогда надо задать вопрос о суммарной длительности мероприятий и предложить в зависимости от неё:
 - либо повторение тех же мер,
 - либо их усиление,
 - либо транспортировку в больницу.
- В-третьих, состояние может нормализоваться. Тогда следует задать новые вопросы, чтобы сделать выбор:
 - оставить больного дома
 - или везти в стационар [166].

Эссе 8. КАК ТРАНСПОРТИРОВАТЬ БОЛЬНОГО

Транспортировка – специфическая область решений врача скорой помощи. Здесь не всё просто. Надо убедиться, что пациент транспортабелен и что его может транспортировать именно эта бригада. В противном случае следует вызвать другую бригаду.

Больной может отказаться от транспортировки. Тогда надо дать ему чёткие рекомендации, а старшему дежурному врачу сообщить, что через некоторое время к пациенту нужен активный выезд.

Надо предусмотреть специальные лечебные мероприятия во время транспортировки. Наконец, надо правильно выбрать больницу [166].

Эссе 9. КОГО КУДА?

Выбор больницы зависит от ряда сугубо местных причин. Больных, перенесших клиническую смерть, обычно везут в соответствующий реанимационный центр, больных с инфарктом – в инфарктное отделение.

Когда ситуация менее грозная, выбор усложняется. Игруют роль район города, возраст больного, иногда его профессия или профессия члена

семьи. Так например, в Новокузнецке всех работников Кузнецкого металлургического комбината и членов их семей госпитализировали только в медсанчасть комбината, а других – в зависимости от места жительства.

Всё это надо решать быстро. При таком количестве факторов немудрено и ошибиться. Ошибка приведёт к отказу в госпитализации и перетранспортировке в другую больницу.

Поэтому транспортировке посвящалась отдельная карта, которая учитывала местные условия. Данная карта существовала в разных вариантах: новосибирском, новокузнецком, барнаульском и пермском. Пользуясь картами, врачи действовали безошибочно: отказы в госпитализации и перетранспортировки исчезли вообще [166].

Эссе 10.

ПОЧЕМУ ВРАЧ НЕИЗБЕЖНО ОГРУБЛЯЕТ РЕШЕНИЯ

Выше приведено, конечно, слегка упрощённое описание алгоритма. Но только слегка. Основная канва выглядит именно так. Читателю придётся поверить, что все многообразие тактики кардиолога на этапе скорой помощи уместается в полусотне карточек (правда, с обеих сторон). Многообразие, как видите, не безграничное, доступное компактному изложению.

Очевидно, держать 50 вариантов в уме не так-то просто. Кроме того, нужно быстро и точно выбирать между ними. Это тоже не просто.

Но и это не все. Ведь элементарные ситуации по-разному сочетаются, по-разному переходят друг в друга, повторяются. Тут уж никому не под силу находить наилучшие пути по памяти.

К чему это приводит? К тому, что в обычной практике врач неизбежно упрощает, огрубляет свои решения. Он пользуется меньшим числом стереотипов, чем то, которое выделяют специалисты при спокойном рассуждении в кабинетной тиши.

Алгоритм как раз и позволяет устранить недостаток. Он дает возможность сохранить тщательно дифференцированную, рассудительную, отточенную тактику, созданную заранее, в спокойной обстановке. И передать нужные решения врачу прямо к постели больного [166].

Эссе 11.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ АЛГОРИТМОМ

Алгоритм разделен на части, построен по модульному принципу. Каждая клиническая ситуация размещена на отдельной карте. Работа всегда начинается с первой карты, дальше алгоритм ведёт врача сам. Начало каждой карты, кроме первой – результат решения, принятого на предыдущей карте.

Решения, которые будут приняты здесь, уведут на другие карты либо будут означать завершение работы.

Текст карты – это вопросы, ответы и рекомендации о действиях. После совершения действий следует очередной вопрос. Врач пробегает глазами схему, переходит на очередную карту, получает рекомендации, выполняет их, получает результат. И затем готов ответить на следующий вопрос.

В карте обслуживания вызова делаются обычные текстовые записи о состоянии больного и принятых мерах. Кроме того, на левом поле карты записываются столбиком номера пройденных карт. Столбик из 3–5 номеров (может быть и больше) – это и есть протокол работы по алгоритму. По нему всегда можно точно восстановить ход рассуждений врача.

Конечно, врач вправе поступить «не по алгоритму», отклониться. Но при отклонениях он должен указать, чем они вызваны и в чём состоят [166].

Эссе 12.

КАКИЕ АЛГОРИТМЫ ВЫДАВАЛИСЬ БРИГАДАМ СКОРОЙ ПОМОЩИ

Следует обратить внимание на сугубо технические вещи. Карты должны быть напечатаны чётким и крупным шрифтом. Соединить их в альбом надо так, чтобы он легко раскрывался, как перекидной календарь.

Перед самыми важными и часто употребляемыми картами надо закрепить закладки, чтобы алгоритм легче всего раскрывался именно здесь. Вот и всё. Именно такие альбомы были в составе снаряжения бригад скорой помощи в Новокузнецке и других городах Сибири. Именно так они использовались [166].

Эссе 13.

ПОЧЕМУ ВСЕ БРЮЗЖАТ И ВСТРЕЧАЮТ В ШТЫКИ

Когда в устоявшийся порядок со всеми его недостатками, по поводу которых все брюзжат, вносится что-то новое, первая реакция большинства – не пущать! Не взглядеться, не подумать, а отторгнуть и для этого высмеять или сочинить страшилки.

Чего только не наслушался я, вздыхает Тавровский, по поводу алгоритмов:

- Нельзя ломать стереотипы врача!
- Врач будет лечить шаблонно, без учёта индивидуальности больного!
- Врач отучится думать сам!
- Нельзя больного рассматривать через дырку в перфокарте!

- А кто будет отвечать в случае чего?
 - Врач, копающийся в алгоритме, вызовет недоверие у больного!
 - Надо срочно помогать, а вместо этого врач будет схемки листать!
- [166].

Эссе 14.

ЧУШЬ ВЕДЬ ВСЁ, А КАК ЗВУЧИТ! КАК ВОЗБУЖДАЕТ!

Приходилось и приходится отвечать на упреки. Начнём с последнего. Конечно же, врач, получив первое представление о состоянии пациента, начинает действовать: отдаёт распоряжения помощникам и, если нужно, сам включается в действия.

Но наступает момент, когда можно перевести дух и сделать записи в карте вызова. В этот момент врач и обращается к алгоритму. Алгоритм подскажет, что было упущено и каким должен быть следующий шаг. И каким – в зависимости от того, что получится – может быть следующий.

Алгоритмом всего-навсего оснащается процесс обдумывания и протоколирования, который есть всегда. На который всегда тратится некоторое время [166].

Эссе 15.

ИМЕЯ АЛГОРИТМ, ВРАЧИ СТАЛИ ДЕЙСТВОВАТЬ УВЕРЕННЕЕ

Не может толковая программа действий отучить врача думать. Наоборот, она приучает его думать логично, обогащает набор его стереотипов.

Не может пошаговый алгоритм привести к шаблонному лечению. Именно потому, что он пошаговый, тактика врача развивается в соответствии с реальным ходом событий. И, конечно, всегда за всё отвечает врач, потому что алгоритм, как всякая книга, как всякое пособие, только подсказывает решение. А принимает его человек, имеющий право не послушаться совета.

Любопытно, что врачи скорой помощи принимали новшество с интересом. Очень скоро обнаружилось, что с алгоритмом они стали действовать и дифференцированнее, и увереннее. Это объясняется просто: в обстановке экстренности хорошо иметь перед глазами перечень необходимых действий.

Кроме того, врач получает возможность чётко аргументировать свои действия в обоих случаях: и тогда, когда он следует алгоритму, и когда отклоняется от него [166].

Эссе 16.

О ДРУГИХ АЛГОРИТМАХ И НЕКОТОРЫХ ЭФФЕКТАХ

Из алгоритма «Сердце, сосуды» для специализированных бригад был легко получен алгоритм «Линейная бригада – Сердце, сосуды». Для этого оказалось достаточным те действия, которые может осуществить только кардиолог, заменить более простыми. И дополнить рекомендацией о вызове кардиологической бригады «на себя».

По тем же правилам был составлен алгоритм «Дети» для детских реаниматоров, а затем – его аналог «Линейная бригада – Дети».

Следом появились «Дыхание. Живот. Урология. Гинекология» для линейных бригад, а также «Травмы. Шок. Коллапс» и «Отравления. Интоксикации» – для реанимационных бригад. Все они применялись так же, как было описано. Все принесли положительные результаты [166].

Эссе 17.

ПРЕИМУЩЕСТВА

Использование алгоритмов скорой помощи позволило получить ряд преимуществ:

- более дифференцированную тактику,
- более частое и обоснованное применение специальных средств и медикаментов,
- исключение случаев неправильной транспортировки и отказов в госпитализации,
- практическое исчезновение жалоб на скорую помощь (это связано с уменьшением срока ожидания обслуживания),
- уменьшение числа повторных вызовов.

Старший дежурный врач, не будучи специалистом во всех разделах, смог с помощью алгоритмов проверять по свежим следам правильность и полноту действий врача на вызове [166].

Эссе 18.

АЛГОРИТМЫ БЫСТРО ВПИТАЛИ КОЛЛЕКТИВНЫЙ ВРАЧЕБНЫЙ ОПЫТ

Предметом особого внимания старших врачей и старших специалистов станции стали случаи отклонений от алгоритма. За ними всегда стоит либо неразумное своеволие врача, либо его недостаточная оснащённость, либо упущения в самом алгоритме. Последние врач справедливо компенсировал своей инициативой и своим опытом.

Каждый из этих вариантов позволяет предпринять действия, которые будут совершенствовать работу. Либо врач признает и намотает на ус свою ошибку, либо алгоритм будет дополнен и усовершенствован.

Чёткое изложение врачебной тактики привлекло внимание врачей, особенно активных и знающих, побудило их внести свою лепту, указать на возможности совершенствования тактики, на использование новейших методов. Благодаря этому, алгоритмы быстро впитали коллективный врачебный опыт и поставили его на службу всем и каждому [166].

Эссе 19.

ПОЧЕМУ НУЖЕН НОУТБУК

Можно ли алгоритмы автоматизировать? Сегодня можно, если обеспечить выездную бригаду не альбомом, а ноутбуком. Запрограммировать то, что уже изложено в виде алгоритма, несложно. Инструментарий для этого существует, я его приготовил, – решительно заявляет Тавровский.

Но тогда надо сделать и следующие шаги: автоматически протоколировать ход рассуждений и действий врача, печатать этот протокол, переносить такие протоколы из ноутбука в центральную базу данных, наращивать и анализировать эту базу и т. д. Автоматизировать так автоматизировать. Всё это совершенно ясно можно себе представить. Возможность появилась потому, что сначала удалось чётко изложить рациональную врачебную деятельность в реальной обстановке [166].

Эссе 20.

ФОРМАЛИЗОВАТЬ ВРАЧЕБНУЮ МЫСЛЬ.

СДЕЛАТЬ ЕЁ ЧЁТКОЙ, ЛОГИЧНОЙ, ГЛУБОКОЙ

Хотя алгоритмы для врачей стационара и поликлиники были сделаны и использованы тремя годами раньше, именно на станции скорой помощи особенно демонстративно выявилась возможность формализовать врачебную мысль, сделать её более чёткой, логичной и глубокой.

Здесь же наиболее резко проявилась зависимость конечных результатов медицинской помощи от этой чёткости и глубины. Тем не менее, алгоритмизация врачебных решений вообще, везде, во всех областях – вещь не простая. Она требует не только удобной для врача реализации и организационных решений. Необходимо также серьёзное теоретическое осмысление [166].

ОБСУЖДЕНИЕ

На этом мы заканчиваем излагать выступление Владимира Тавровского. Мы привели 20 эссе, представляющие собой выдержки и почти букваль-

ные цитаты из его работы «Алгоритмы действий врача скорой помощи» [166].

Зачем мы это сделали? Чтобы на примере скорой помощи доказать возможность точного и полного описания больших медицинских алгоритмических систем.

Заслуга Тавровского в том, что он был первопроходцем, который сумел своим зорким глазом – глазом главного врача туберкулезной больницы – увидеть проблему алгоритмизации медицины во всей ее восхитительной многосложности. И предложить решение не только теоретическое, но и конкретное, практическое. Он обобщил свои взгляды на алгоритмизацию медицины в двух книгах:

- Лечебно-диагностический процесс: Теория. Алгоритмы. Автоматизация. 1997 год [70].
- Автоматизация лечебно-диагностического процесса. 2009 год [168].

Однако практическое решение Тавровского столкнулось с трудностями и прекрасная идея, поначалу набиравшая реальную силу в медицинских учреждениях Сибири и обещавшая заманчивые перспективы, постепенно сошла на нет и почти заглохла. И, к сожалению, не получила повсеместного распространения.

Почему? Это вопрос сложный, и мы не будем его касаться. Вспоминаются слова Пушкина:

Свободы сеятель пустынный,
Я вышел рано, до звезды;
Рукою чистой и безвинной
В порабощенные бразды
Бросал живительное семя –
Но потерял я только время,
Благие мысли и труды.

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ ЯЗЫК ДРАКОН ОТ КОНЦЕПЦИИ ТАВРОВСКОГО?

Прежде всего, укажем, что их объединяет. Обе идеи относятся к одной теме, которая называется «алгоритмизация медицины». Последнее понятие очень широкое и допускает различные толкования.

Тавровский трактует его в широком смысле и включает в сферу своих исследований и интересов три варианта внедрения алгоритмов в медицинскую практику:

- неавтоматизированный,
- частично автоматизированный,

- полностью компьютеризованный [169].

Мы же, наоборот, стремимся максимально ограничить сферу своих притязаний и с этой целью вводим нарочито узкий термин «алгоритмизация медицинской литературы».

Пересекается ли наша тема с идеями Тавровского? Правильнее сказать, что они дополняют друг друга.

Излагая свои идеи, Тавровский использует профессиональный медицинский язык. Он не критикует его и использует как данность, как нечто незыблемое и неизменное.

Мы занимаем противоположную позицию; для нас язык – объект критики и совершенствования. Вот названия наших статей:

- Можно ли улучшить медицинский язык? [170].
- Алгоритмизация медицины и реформа медицинского языка [171].

ДРАКОН не противоречит концепции Тавровского; наоборот, он может исправить слабые места и увеличить ее пробивную силу. Мы предполагаем, что использование языка ДРАКОН в сочетании с идеями Тавровского может оказаться плодотворным и успешным.

Формула
Тавровского

Клинический опыт и опыт управления медициной надо уложить в строгие алгоритмы поведения [237].

Выводы

1. Следует различать одиночные алгоритмы и алгоритмические системы.
2. Одиночные алгоритмы полностью изолированы друг от друга; между ними нет связей.
3. *Медицинская алгоритмическая система* – это совокупность логически связанных медицинских алгоритмов, решающих общую задачу.
4. Понятие «алгоритмическая система» вводится для того, чтобы облегчить и сделать удобным проектирование больших и сложных алгоритмических комплексов.
5. Выигрыш состоит в том, что большой алгоритм разбивается на мелкие части и проектируется не целиком (что трудно), а по частям (что гораздо легче).
6. В языке ДРАКОН связь между алгоритмами осуществляется с помощью иконы Вставка.

7. При отсутствии Вставки говорить о наличии связи между алгоритмами бессмысленно и недопустимо.
8. Чтобы образовать связь между двумя алгоритмами, необходимо:
 - Предусмотреть в первом алгоритме икону Вставка.
 - Надпись внутри Вставки должна совпадать с названием второго алгоритма.
 - Совпадение означает, что Вставка однозначно указывает на второй алгоритм.
 - В результате образуется связь между двумя алгоритмами, и они превращаются в алгоритмическую систему.
9. Алгоритмическая система обычно имеет иерархическую структуру. Она включает головной алгоритм и алгоритмы более низких уровней.
10. Головной алгоритм содержит, как правило, несколько икон Вставка. Каждая вставка указывает на одноименный алгоритм нижнего уровня.
11. Алгоритмы нижних уровней также могут содержать Вставки, указывающие на другие алгоритмы.
12. Процесс проектирования алгоритма «сверху вниз» называется *декомпозицией* (разбиением на части) большого алгоритма.
13. В языке ДРАКОН для декомпозиции больших алгоритмов предусмотрены два инструмента:
 - использование Вставок,
 - дробление алгоритмов на ветки.
14. Как правило, алгоритмическая система состоит из большого числа алгоритмов: от 10 до 100 и больше.
15. Примером большого алгоритма является алгоритмическая система скорой помощи.

КАКАЯ ПОЛЬЗА ОТ ЯЗЫКА ДРАКОН ДЛЯ ВРАЧЕЙ?

КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ НА ПРАКТИКЕ ЯЗЫК ДРАКОН

Можно указать ряд областей применения ДРАКОНа в медицине:

- альбомы-справочники медицинских алгоритмов;
- базы данных медицинских алгоритмов;
- электронная энциклопедия медицинских алгоритмов;
- медицинские стандарты;
- медицинские учебники и литература;
- медицинские информационные и экспертные системы.

АЛЬБОМЫ-СПРАВОЧНИКИ

В качестве аналогов, образцов и предшественников можно назвать книги-справочники, содержащие графические изображения алгоритмов. Примерами являются:

- «Ваш семейный доктор. Домашний советчик» [76, 172].
- «Если ваш ребенок болен. Книга для родителей» [22].
- «Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии» [78].
- «Неотложная педиатрия. Алгоритмы диагностики и лечения» [80] и др.

К сожалению, эти книги имеют серьезные недочеты. Они используют неунифицированные разноперые графические обозначения (созданные по принципу: кто во что горазд), не обеспечивают высокую точность алгоритмов, непригодны для полного контроля всех маршрутов. Их можно охарактеризовать как первое поколение алгоритмических справочников.

Язык ДРАКОН позволяет создать справочники второго поколения, содержащие стандартные и качественные комплекты профессиональных медицинских алгоритмов, свободные от указанных дефектов.

Серия альбомов-справочников на базе ДРАКОНа может быть разбита на отдельные книги по различным основаниям рубрикации, например, по специальностям: кардиология, пульманология, гастроэнтерология и т. д.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ

Наряду с бумажными медицинскими книгами все более широкое распространение получает электронная литература. Медицинские альбомы-справочники на языке ДРАКОН естественным образом будут представлены в цифровом варианте. Логично объединить электронные медицинские алгоритмы в единой базе данных.

По-видимому, сначала это будет база данных одного профессионального сообщества (или издательства), которое выступит в роли пионера новых идей. Затем возникнут общие (объединенные) базы данных двух или трех сообществ (издательств). И наконец, появится национальная база медицинских алгоритмов на русском языке. А там, глядишь, с развитием процесса глобализации со временем появятся глобальные базы данных.

Обязательным условием для развития этого процесса является стандартизация графического языка, т. е. использование единой графической нотации для записи медицинских алгоритмов. Язык ДРАКОН целенаправленно разрабатывался с учетом такой перспективы.

Для этого есть серьезная основа. Дело в том, что графический каркас дракон-алгоритмов совершенно не зависит от национального языка. Язык может быть любым: и русским, и английским, и китайским. Это значит, что графический узор дракон-алгоритма является надежным каркасом, «незыблемым оплотом», который сохраняется неизменным при переводе алгоритма с одного языка на другой.

Наличие «незыблемого оплота» существенно облегчает трансграничный обмен медицинскими алгоритмами. Радикальное упрощение проблемы перевода (например, с русского языка на английский или наоборот) связано с тем, что переводить надо лишь короткие надписи, находящиеся внутри икон, и больше ничего. Логика алгоритма, спрятанная в графическом скелете алгоритма, остается сохранной и не требует никаких изменений.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ «МЕДИЦИНСКИЙ АЛГОРИТМ»

Выигрывает тот, кто умеет предвидеть будущее. Вдвойне выигрывает тот, кто способен это будущее создавать.

Попробуем наметить контуры Проекта под названием «Медицинский алгоритм». Врачи всего мира, работающие на всех континентах, несомнен-

но, желают иметь мгновенный доступ к международной базе медицинских алгоритмов. Сегодня такая база не существует, ее необходимо разработать и реализовать. В этом суть предлагаемого Проекта.

Включенные в базу алгоритмы должны удовлетворять очень строгим требованиям:

- соответствовать самым последним достижениям мировой медицинской науки,
- соответствовать требованию высокой точности,
- быть сертифицированными,
- быть представленными на родном языке врача.

Проект может опираться на уже достигнутые успехи и аналоги, такие как Интернет и Википедия.

Воодушевляющим примером успешной организации крупномасштабных работ является международный научно-исследовательский Проект «Геном человека» (The Human Genome Project).

ОТ ВИКИПЕДИИ К АЛГОПЕДИИ

В качестве одного из возможных вариантов Проекта можно предложить создание новой, совершенно самостоятельной Глобальной электронной энциклопедии медицинских алгоритмов под условным название Алгопедия (Algopectia)¹. Многие идеи Википедии могут оказаться полезными для Проекта. Наиболее простой и самый дешевый путь состоит в том, чтобы построить Алгопедию по образцу Википедии и, возможно, на основе ее движка MediaWiki [173].

Подобно бесплатной Википедии Алгопедия может:

- состоять из национальных разделов (русского, английского, немецкого и т. д.),
- создаваться добровольными участниками под контролем добровольцев-администраторов и сертифицированных, не получающих оплату за свой труд.

Как и Википедия, Алгопедия состоит из статей, обычно называемых *страницами*, или веб-страницами (web page). Веб-страница – документ или информационный ресурс Всемирной паутины, доступ к которому осуществляется с помощью веб-браузера [174]. Основным элементом каждой статьи Алгопедии является графический медицинский алгоритм, представленный на языке ДРАКОН.

Пользователи Алгопедии делятся на три категории:

- читатели,

¹ Чтобы подчеркнуть, что речь идет о *медицинских* алгоритмах, можно предложить расширенное название «АлгоМедипедия» (AlgoMedipedia).

- редакторы,
- сертифициаторы.

Читатели – любые пользователи, они могут без регистрации читать все материалы, но не могут их редактировать.

Редакторы – дипломированные медики и, возможно, студенты медвузов. После регистрации на сайте они имеют право создавать статьи, предлагать новые медицинские алгоритмы и редактировать уже существующие, но не могут их сертифицировать.

Сертифициаторы – наиболее авторитетные представители профессиональных сообществ, которым сообщество предоставило право сертификации алгоритмов.

Это примерный план, который, разумеется, нуждается в уточнении, исправлении и развитии. Например, права студентов медвузов можно ограничить. Можно позволить студентам создавать новые алгоритмы только в «песочнице» Алгопедии, а перевод статей из песочницы в основное пространство разрешить опытным участникам, скажем, их преподавателям.

Еще одно замечание. В русском разделе Алгопедии можно использовать такие же правила регистрации, как и на портале «Мир Врача», где для подтверждения статуса врача требуется «приложить скан-копию диплома или сертификата» [175].

Реализация проекта «Алгопедия» откроет перед медициной принципиально новые возможности, опирающиеся на информационные технологии XXI века. Преимущество состоит в том, что любой врач мира, имеющий доступ к интернету, может в любую минуту практически мгновенно получить информацию о любых интересующих его медицинских алгоритмах высокой точности.

МЕДИЦИНСКИЕ СТАНДАРТЫ

Стандартизация – генеральная линия развития современной медицины. Этот процесс заметно ускорился после появления Международной Классификации Болезней. Документ является стандартом Всемирной организации здравоохранения, который непрерывно развивается и совершенствуется. Последняя версия документа известна как МКБ-10 (Классификация Десятого пересмотра) [176].

Что касается медицинских алгоритмов, то здесь наблюдается значительное отставание. Причина все та же – отсутствие общепринятой графической нотации для записи алгоритмов. Вследствие этого проблема алгоритмов выбивается из общего ритма медицинской стандартизации. Отсутствие удобной графической символики наносит огромный вред делу, тормозит прогресс и делает существующие решения неудовлетворительными.

Язык ДРАКОН предлагается как радикальное средство, способное обеспечить эффективную стандартизацию медицинских алгоритмов.

ПРОБЛЕМА ОШИБОК В МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНИКАХ

Профессор Георгий Ратнер отмечает: «Всю профессиональную деятельность врача постоянно сопровождают ошибки диагностического, тактического и лечебного плана» [177].

По нашему мнению, значительная часть ошибок объясняется несовершенством медицинских учебников. Нас, разумеется, интересуют не любые ошибки, просочившиеся в учебники, а лишь те, что связаны с алгоритмами (назовем их алгоритмическими).

Существенную часть учебников составляют медицинские алгоритмы. Познавательная ценность учебников определяется их когнитивно-эргономическим качеством. Каково же это качество? Являются ли алгоритмы, представленные в медицинских учебниках сертифицированными? Кто осуществляет сертификацию?

Это риторические вопросы. Сегодня сертификация алгоритмов не проводится. Ответственность за качество учебников, учебных пособий, руководств и др. лежит на авторах и рецензентах. Иногда – на Ученом совете факультета, который одобрил учебник. Иногда ответственность оформляется более торжественно. Например, так:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Рекомендовано ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный университет имени И. М. Сеченова» в качестве учебника для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060101.65 «Лечебное дело» по дисциплине «Поликлиническая терапия».

Регистрационный номер рецензии 244 от 05 июня 2012 года ФГАУ «Федеральный институт развития образования» [236].

Достаточно ли этого? Вчера было достаточно.

А сегодня уже нет, недостаточно. Чего же не хватает?

Не хватает умения заглянуть в будущее, чувства перспективы и требовательности. Чтобы кардинально уменьшить число врачебных ошибок и обеспечить безопасность пациентов, необходимо предъявить к медицинским учебникам, руководствам, клиническим рекомендациям и протоко-

лам более строгие требования. **Необходима сертификация всех алгоритмов, представленных в учебниках и иных материалах и документах.**

ПРОБЛЕМА СЕРТИФИКАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ

Это трудная, очень сложная проблема. Ее предстоит решать в ближайшее время. Кто должен осуществлять сертификацию алгоритмов?

Готового ответа здесь нет. Учитывая международный опыт, думается, что производить сертификацию алгоритмов должны, по-видимому, профессиональные сообщества. В России они называются, как правило, научными обществами. Список (неполный) приведен ниже.

ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ РОССИЙСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОБЩЕСТВ

- Ассоциация ревматологов России
<http://www.rheumatolog.ru/>
- Ассоциация Флебологов России (АФР)
<http://www.phlebo-union.ru/>
- Всероссийское Научное Общество Аритмологов (ВНОА)
<http://www.vnoa.ru/>
- Всероссийское Научное Общество Кардиологов (ВНОК)
<http://www.scardio.ru/>
- Всероссийское общество акушеров-гинекологов (Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова)
<http://www.ncagip.ru/for-experts/roag/>
- Национальное научно-практическое общество скорой медицинской помощи
<http://cito03.ru/>
- Общество специалистов по сердечной недостаточности
<http://www.ossn.ru/>
- Российская ассоциация аллергологов и клинических иммунологов (РААКИ)
<http://www.raaci.ru/>
- Российская ассоциация специалистов перинатальной медицины (РАСМП)
<http://www.raspm.ru/>
- Российская Гастроэнтерологическая Ассоциация
<http://www.gastro.ru/>

- Российское диализное общество
<http://www.nephro.ru/>
- Российское медицинское общество по артериальной гипертензии
<http://www.gipertonik.ru/>
- Российское научное медицинское общество терапевтов
<http://www.rnmot.ru/>
- Российское Общество ангиологов и сосудистых хирургов
<http://www.angiolsurgery.org/>
- Российское общество психиатров
<http://psychiatr.ru/>
- Российское общество фтизиатров
<http://roftb.ru/>
- Российское Респираторное Общество (РРО)
<http://www.pulmonology.ru/>
- Союз педиатров России
<http://www.pediatr-russia.ru/>
- Федерация анестезиологов и реаниматологов (ФАР)
<http://www.far.org.ru/>
- Эндокринологический научный центр (ЭНЦ) / Российская Ассоциация Эндокринологов
<http://www.endocrincentr.ru/>

МЕДИЦИНСКИЕ АЛГОРИТМЫ. ПРИГОДНЫ ЛИ ОНИ ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ?

Сертификация (подтверждение соответствия) есть «документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов... требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров» [178].

Приспосабливая формулировку к нашему случаю, можно предложить уточнение. *Сертификация медицинского алгоритма* – документальное подтверждение соответствия алгоритма последним достижениям мировой медицинской науки, положениям международных стандартов о медицинских алгоритмах и сводам когнитивно-эргономических правил языка ДРАКОН. Поскольку нужные нам международные стандарты пока еще отсутствуют, приходится делать вывод, что существующие медицинские алгоритмы не соответствуют правилам ДРАКОНа и не пригодны для сертификации.

Вместе с тем вряд ли стоит ждать, пока будут расставлены все точки над *i*. Материалы, представленные в книге, являются достаточными для

начала работы по совершенствованию медицинских алгоритмов и повышению их качества до уровня, пригодного для сертификации.

ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ МЕТОДИКА И ПРОЦЕДУРА

В качестве первого шага авторитетное медицинское сообщество должно дать заключение о правильности медицинского алгоритма. Или же указать на необходимость внесения уточнений и изменений.

Если через какое-то время, например, через год, появится новая информация о последних достижениях, то, по рекомендации сообщества, алгоритм должен быть обновлен и исправлен.

После такой процедуры данный алгоритм (и десятки тысяч других медицинских алгоритмов) должны превратиться в постоянно обновляемый медицинский стандарт, отображающий самые последние достижения медицинской мысли.

Конечно, нынешняя реальность далека от нарисованной картины. Однако можно предположить, что скоро все изменится и мечта станет явью.

Тщательно разработанные эргономичные графические пошаговые алгоритмы высокой точности – будущее медицинской науки. Недалек день, когда одобренные авторитетными профессиональными сообществами медицинские алгоритмы (десятки тысяч алгоритмов) превратятся в постоянно обновляемые врачебные стандарты.

УПРОЩЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ

До сих пор мы вели речь о профессиональных медицинских алгоритмах. Однако в процессе обучения часто используется принцип «от простого – к сложному».

Сначала (например, на младших курсах) – исходя из дидактических соображений – полезно знакомить студентов с основной идеей лечебно-диагностического процесса, используя для иллюстрации упрощенные схемы алгоритмов. И постепенно, по мере накопления знаний, переходить ко все более подробным и сложным схемам.

Сколько же потребуется этапов усложнения? Сколько необходимо иметь вариантов одного и того же алгоритма? И какой вариант следует помещать в медицинский учебник? Это открытый вопрос, который нуждается в подробном обсуждении.

Профессор Александр Куликов на совещании у ректора РМАПО² академика РАН Ларисы Мошетовой предложил двухступенчатую схему:

- упрощенный алгоритм для учебных целей,
- профессиональный (полный) алгоритм для работы.

Проректор РНИМУ³ член-корреспондент РАН Геннадий Порядин предложил более детальный подход. По его мнению, на каждом курсе целесообразно давать студентам алгоритмы, отвечающие уровню их знаний и образующие цепочку постепенно нарастающей сложности от курса к курсу.

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Использование языка ДРАКОН в медицинских информационных и экспертных системах – отдельная и очень интересная тема. Но она выходит за рамки книги.

Выводы

1. Предлагаются следующие области использования медицинских дракон-алгоритмов:
 - альбомы-справочники;
 - базы данных;
 - глобальная электронная энциклопедия Алгопедия типа Википедии;
 - медицинские стандарты;
 - медицинские учебники и литература.
2. Актуальной задачей является стандартизация формы представления медицинских алгоритмов.
3. Отсутствие удобной графической символики делает стандартизацию невозможной и наносит огромный вред делу.
4. Язык ДРАКОН предлагается как удобное средство, имеющее оптимальную графическую нотацию и способное обеспечить эффективную стандартизацию медицинских алгоритмов.
5. Язык ДРАКОН позволяет создать альбомы-справочники нового поколения, содержащие стандартные и качественные комплекты профессиональных медицинских алгоритмов.

² Российская медицинская академия последипломного образования.

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова.

6. Международная электронная энциклопедия медицинских алгоритмов «Алгопедия» откроет перед медициной принципиально новые возможности, опирающиеся на информационные технологии XXI века.
7. Преимущество Алгопедии состоит в том, что любой врач мира, имеющий доступ к интернету, может мгновенно получить информацию о любых интересующих его медицинских алгоритмах высокой точности.
8. Сертификация медицинских алгоритмов подразумевает:
 - контроль правильности алгоритмов и их соответствие последним достижениям мировой медицинской науки;
 - соответствие алгоритмов своду когнитивно-эргономических правил языка ДРАКОН.
9. Сертификацию медицинских алгоритмов целесообразно возложить на профессиональные медицинские сообщества.
10. Чтобы кардинально уменьшить число врачебных ошибок и обеспечить безопасность пациентов, желательно – в пределах возможного – проводить добровольную сертификацию всех алгоритмов, публикуемых в учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.
11. Материалы, представленные в книге, являются достаточными для начала работы по совершенствованию медицинских алгоритмов и повышению их качества до уровня, пригодного для сертификации.
12. Тщательно разработанные эргономичные графические пошаговые алгоритмы – ориентир для будущего.
13. Цель состоит в том, чтобы одобренные авторитетными профессиональными сообществами медицинские алгоритмы (десятки тысяч алгоритмов) превратились в постоянно обновляемые врачебные стандарты.
14. Наряду с профессиональными алгоритмами необходимо разработать упрощенные алгоритмы для учебных целей.

ДРАКОН-КОНСТРУКТОР. КАК СКЛАДЫВАТЬ АЛГОРИТМ ИЗ КУБИКОВ?

ПОМОЩНИК ВРАЧА – АВТОМАТИЧЕСКИЙ РИСОВАЛЬЩИК

Разумеется, в случае крайней нужды дракон-схему можно нарисовать и вручную. Взять карандаш и набросать чертеж на листке бумаги. Однако это не лучший способ. Скорее всего, получится неаккуратно и некрасиво.

А если нужно что-то подправить? Придется зачеркивать линии и проводить их заново. Выйдет мазня. В конце концов, горе-художник убедится, что пошел по кривой дорожке и попал в тупик.

Разработка медицинского алгоритма требует труда и времени. Однако врач – человек занятой, и времени у него нет. Как быть?

Нужен шустрый слуга – автоматический рисовальщик, который поможет врачу быстро и без хлопот сочинить нужный алгоритм. Возьмите программу, которая называется ДРАКОН-конструктор. Это и есть автоматический рисовальщик, способный за считанные минуты изобразить красивую дракон-схему. Все мелкие дела робот-художник берет на себя, предоставляя врачу творческую часть работы.

КОНСТРУКТОР АЛГОРИТМОВ

Уточним терминологию. В этой главе кратко описывается компьютерная программа «Конструктор алгоритмов». Она представляет собой рабочий инструмент, помогающий человеку придумывать и конструировать алгоритмы.

Поскольку нас интересуют медицинские алгоритмы, вместо выражения «конструктор алгоритмов» предлагается термин *ДРАКОН-конструктор*. Последний предназначен для разработки и оформления медицинских алгоритмов.

ПРАВИЛА ДРАКОНА

Язык ДРАКОН содержит большое число правил. К счастью, их не надо учить и запоминать. Почему? Потому что правила знает назубок, хранит в своей обширной памяти и скрупулезно выполняет компьютерная программа ДРАКОН-конструктор.

Вот пример. В дракон-схемах запрещено пересечение линий. Запрет выполняется автоматически. ДРАКОН-конструктор гарантирует отсутствие пересечений. Рисунки в этой книге подтверждают правило. Пересечения линий нигде и никогда не используются.

ГДЕ СКАЧАТЬ ДРАКОН-КОНСТРУКТОР

К услугам врачей имеется не одна, а несколько бесплатных программ, каждая из которых умеет рисовать медицинские дракон-алгоритмы.

Начать знакомство лучше всего с программы «DRAKON Editor Web» (автор Степан Митькин). Чтобы попробовать ее в деле, нажмите на кнопку «Начать рисовать» (Start drawing). Это онлайн программа. Ее не надо скачивать, она работает в браузере.

<http://drakon-editor.com>

Вторая программа называется «ИС Дракон», разработчик Геннадий Тышов. Скачать можно здесь:

http://drakon.su/programma_is_drakon

Третья программа «Фабула», автор Эдуард Ильченко:

<http://forum.oberoncore.ru/viewtopic.php?f=79&t=5475>.

Четвертая и последняя программа «DRAKON Editor». Как и первая, она создана Степаном Митькиным.

<https://sourceforge.net/projects/drakon-editor/files/>

Программы непрерывно развиваются и дополняются. Не исключено, что к моменту выхода книги на сайте и форуме ДРАКОНа появится информация о создании новых, более совершенных вариантов ДРАКОН-конструктора.

ГДЕ ПОЛУЧИТЬ ИНТЕРНЕТ-КОНСУЛЬТАЦИИ?

Если что-то непонятно, можно получить помощь на Официальном форуме языка ДРАКОН. После обычной регистрации вы можете задавать любые вопросы непосредственно авторам программ «DRAKON Editor Web», «ИС Дракон», «Фабула» и участвовать в обсуждении:

<http://forum.oberoncore.ru/viewforum.php?f=77>

Официальный сайт «Визуальный язык ДРАКОН» находится здесь:

<http://drakon.su/>

ВИДЕО И ПРЕЗЕНТАЦИИ

Возможно, кто-нибудь захочет быстро получить общее представление о языке ДРАКОН и его бойких слугах-рисовальщиках. Лучше всего это сделать с помощью видео и слайд-шоу:

http://drakon.su/video_i_prezentacii/start

Загляните также в Википедию, где статья «ДРАКОН» представлена:

- на русском языке
<http://ru.wikipedia.org/?oldid=74470829>
- на английском языке
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=DRAKON&oldid=700336070>
- на французском языке
<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=DRAKON&oldid=123191815>

Заодно можно посмотреть вики-статью «Медицинский алгоритм»:

<http://ru.wikipedia.org/?oldid=73589154>

ГРАФИЧЕСКОЕ МЕНЮ

В состав ДРАКОН-конструктора входит графическое меню. Также его называют *панель инструментов* (toolbar) (рис. 113). Чтобы нарисовать дракон-схему, пользователь сначала вызывает меню на экран компьютера. А затем с его помощью рисует или, как говорят, конструирует схему.

Элементы меню называются *кубиками*. Меню содержит 18 элементов.

Надписи на рис. 113 (Заготовка-силуэт, Заготовка-примитив, Пауза и т. д.) оформляются как всплывающие подсказки (tooltips). Они появляются на экране лишь тогда, когда курсор мыши подводится к выбранному вами кубику.

ЗАГОТОВКА-СИЛУЭТ И ЗАГОТОВКА-ПРИМИТИВ

Чтобы вырастить огромное дерево, нужно бросить в землю маленькое семечко. Любая сколько угодно сложная дракон-схема тоже вырастает из семечка, которое называется заготовкой.

Заготовки бывают двух сортов. Одна (заготовка-силуэт) используется для построения силуэта. Из другой получается примитив (рис. 114).

Заготовка содержит валентные точки (черные кружки). В них можно вставлять кубики из меню на рис. 113.

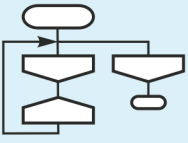







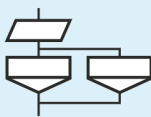
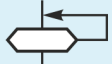





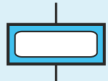


					
Заготовка-силуэт		Заготовка-примитив	Пауза	Время	
					
Действие		Развилка	Начало контрольного срока	Время группы	
					
Переключатель		Цикл	Конец контрольного срока	Время группы справа	
					
Ветка	Вставка	Совместная работа врачей	Комментарий	Пояснение	Соединитель

Рис. 113. Графическое меню ДРАКОН-конструктора

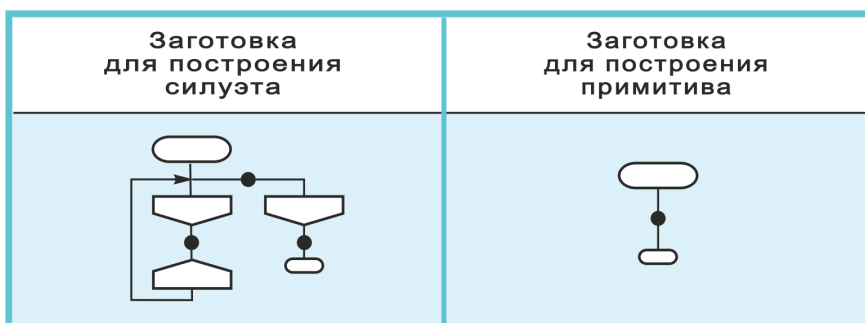


Рис. 114. Преобразуя заготовки с помощью простых визуальных операций, можно построить любую дракон-схему

СБОРКА ИЗ КУБИКОВ

Графическое меню упрощает работу пользователя. Оно дает возможность рисовать схему методом «сборки из кубиков». Для этого служит операция «Вставь кубик», позволяющая доставать кубики из меню и укладывать их в проектируемую схему.

Кубики вставляются не куда попало, а только в разрешенные места, которые называются *валентными точками*.

ЗАДАЧА: ПОСТРОИТЬ ПРИМИТИВ ПО ЗАДАННОМУ ОБРАЗЦУ

Как работает ДРАКОН-конструктор? Каким образом он строит дракон-алгоритм? Как это можно пощупать и попробовать на зуб?

Чтобы узнать вкус яблока, надо его съесть. Лучше всего взять одну из компьютерных программ (например, DRAKON Editor Web) и научиться с ней работать. В дополнение к практическому опыту дадим пояснения – расскажем о механизме построения алгоритма с помощью ДРАКОН-конструктора.

Сделаем это, разбирая конкретный пример.

Предположим, необходимо построить Примитив, изображенный на рис. 115. Изобразить в точности, без каких-либо отступлений от чертежа.

Как приступить к делу? С чего начать? Куда запрягать лошадь?

Мы уже знаем: чтобы построить дракон-схему «Примитив», нужно выращивать ее из семечка. Семечком является заготовка-примитив. Стало быть, начать нужно с заготовки. Имея заготовку, будем постепенно, шаг за шагом, превращать ее в образец на рис. 115.

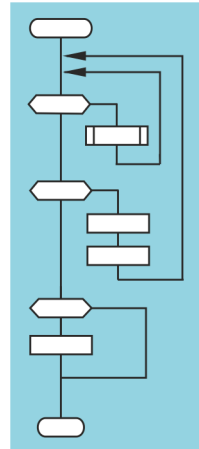


Рис. 115. Задача: нужно построить вот такой Примитив

НЕ ЦАРСКОЕ ЭТО ДЕЛО

Здесь нас ждет приятный сюрприз. Забудьте о линиях! Не царское это дело – рисовать линии! Все линии аккуратно, без ошибок и гораздо лучше вас нарисует ваш покорный слуга ДРАКОН-конструктор. Он нарисует их автоматически и моментально. На вашу долю остается самая легкая и приятная работа – вставлять кубики. И больше ничего.

Как только вы добавите в схему очередной кубик, умница-конструктор сразу «присобачит» к нему все необходимые линии.

КАК ВСТАВИТЬ КУБИК

Команда «Вставь кубик» выполняется за два щелчка мыши:

- щелкаем нужный кубик в меню,
- затем обращаемся к дракон-схеме и указываем точку, куда нужно его вставить.

При этом происходит разрыв соединительной линии в выбранной пользователем валентной точке. В место разрыва вставляется кубик.

Как же это делается? Как кубик укладывается в схему? Как выбирается точка для внедрения кубика?

Подробные ответы даны на рис. 116, где приведены восемь поучительных примеров. Глядя в среднюю графу, можно проследить, как в схему проникают следующие кубики:

- Действие.
- Вставка.
- Развилка.
- Переключатель.

Где находятся валентные точки? На рис. 116 они изображены в левой графе как маленькие черные кружки. Мы видим, что кружки могут находиться в разных местах:

- в заготовке-примитив;
- в развилке (и в левом, и в правом плече);
- между двумя иконами Действие;
- в цикле;
- в переключателе.

В реальных дракон-схемах валентные точки не изображаются, а подразумеваются.

Изучение приемов, представленных на рис. 116, позволяет приступить к нашей основной задаче и ответить на вопрос: *Как нарисовать дракон-схему «Примитив» по образцу рис. 115.*

Чтобы подготовить рабочее место, вызываем на экран графическое меню (рис. 113). Затем выбираем кубик «Заготовка-примитив» и помещаем его в рабочее поле экрана.

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДРАКОН-СХЕМЫ «ПРИМИТИВ»

Решение задачи показано в виде семи последовательных шагов на двух рисунках: 117 (*шаги 1–4*) и 118 (*шаги 5–7*). Результатом является точная копия образца на рис. 115. Вы найдете этот результат на рис. 118 справа внизу (*см. шаг 7*). Сравнив результат с рис. 115, можно убедиться, что рисунки совпадают и задача решена правильно.

	Исходная схема	Кубик, который нужно вставить	Результат
Пример 1			
Пример 2			
Пример 3			
Пример 4			
Пример 5			
Пример 6			
Пример 7			
Пример 8			

Рис. 116. Примеры выполнения операции «Вставь кубик»

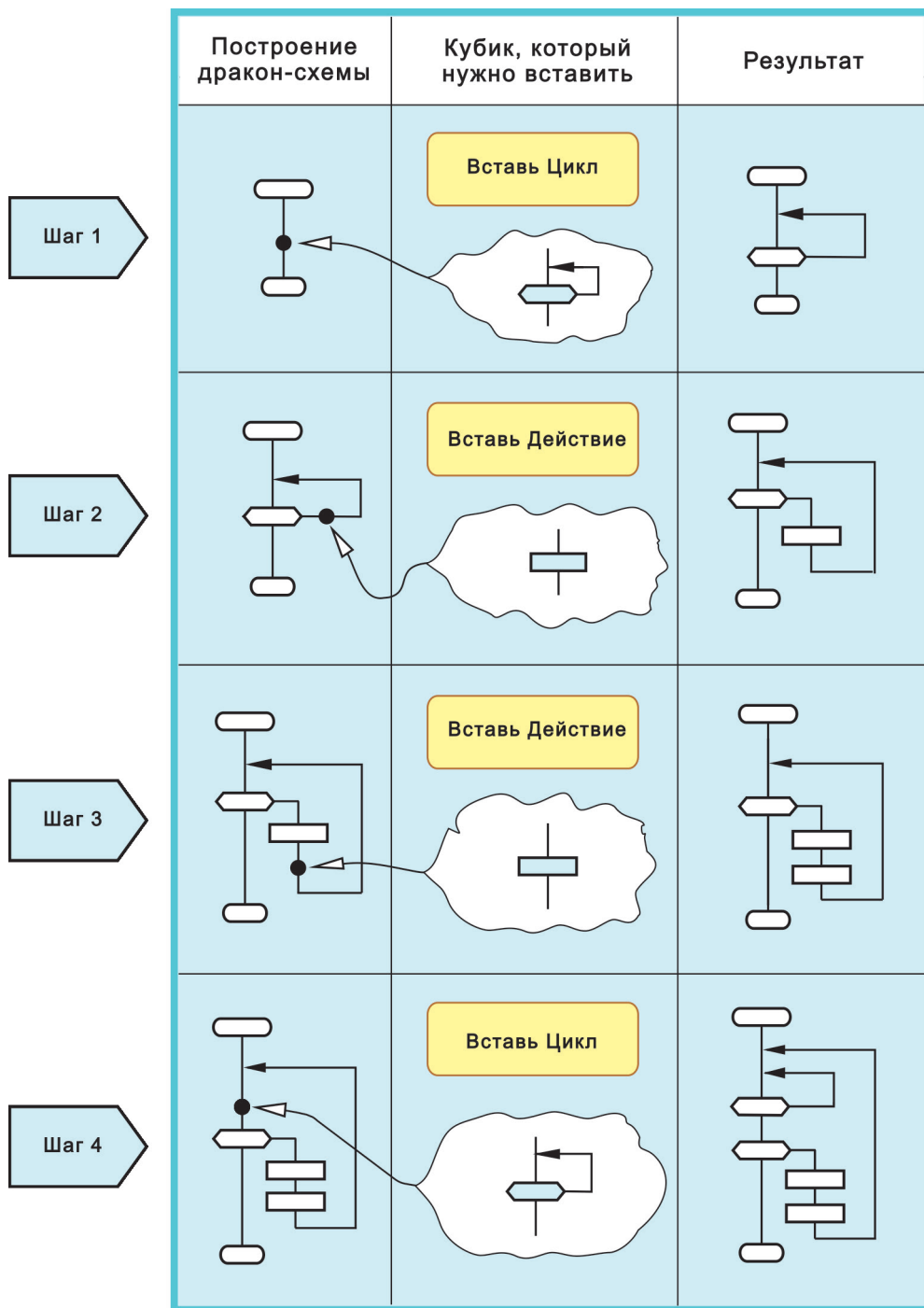


Рис. 117. Конструирование дракон-схемы «Примитив» с помощью дракон-конструктора

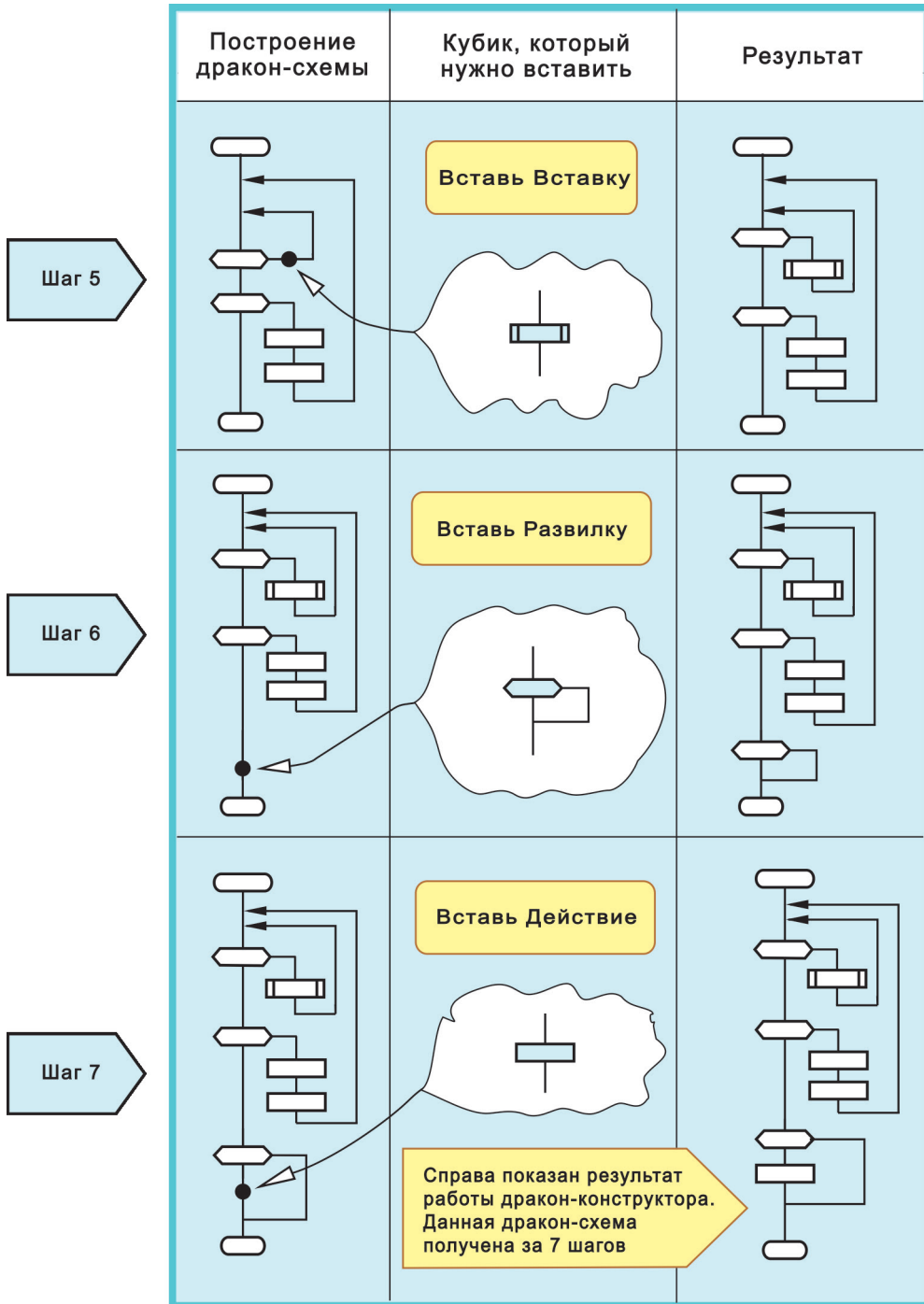


Рис. 118. Конструирование дракон-схемы «Примитив» (окончание). Справа внизу показана схема, созданная по образцу рис.115

Итак, приступим.

На первом шаге вызываем из меню кубик Цикл (см. среднюю графу на рис. 117, шаг 1).

Куда его поместить? Подводим курсор к нужной точке в заготовке-примитив. К той самой точке, в которой следует разорвать соединительную линию, чтобы в образовавшийся разрыв вставить выбранный кубик. Результат операции виден на рис. 117, шаг 1, справа.

Два следующих шага выполняем аналогично. В схему последовательно вставляем две иконы Действие (рис. 117, шаги 2 и 3).

Далее следует ввод кубика Цикл (рис. 117, шаг 4).

Чуть-чуть передохнем и подведем предварительный итог. О чем говорит нам рис. 117? Что же мы сделали за первые четыре шага? В чем состоит сухой остаток?

Глядя на среднюю графу, убеждаемся, что мы выполнили четыре команды:

- Вставь Цикл.
- Вставь Действие.
- Вставь Действие.
- Вставь Цикл.

Кроме того (если глянуть на черные кружки в левой графе), можно заметить, что для каждой команды мы аккуратно указали точку, куда надо вставить очередной кубик.

Но самое интересное, конечно, находится в правой графе. Изучая ее сверху вниз, мы видим, как постепенно и неуклонно на наших глазах растет драгоценное сокровище – дракон-схема «Примитив», которая и является нашей желанной целью.

Итог наших трепетных усилий на рис. 117 находится в правом нижнем углу. Он стоит того, чтобы посмотреть на него внимательно.

Едем дальше и переводим взгляд на рис. 118. По очереди вставляем в схему кубики Вставка, Развилка и Действие. Здесь нам уже все знакомо. На всякий случай, подытожим. Глядя на среднюю графу, замечаем, что мы выполнили три команды:

- Вставь Вставку.
- Вставь Развилку.
- Вставь Действие (рис. 118, шаги 5–7).

Хороший следопыт, посмотрев на левую графу и проследив черные кружки, легко догадается, в какие валентные точки попали наши меткие кубики.

Что ж, на этом можно закончить. Результат последней операции показан на рис. 118, шаг 7, справа. Этот результат достойно венчает наши труды, потому что он в точности совпадает с заданием на рис. 115.

После того, как графический узор (слепыш) дракон-схемы построен, производится заполнение его текстом.

ЧТО ТАКОЕ ЛИАНА

Обезьяна, сидевшая на дереве, поймала свисавшую сверху лиану. Однако нижняя часть лианы приросла к стволу и не поддавалась. Обезьяна перегрызла ее зубами, уцепилась за конец и мигом перелетела на соседнее дерево, где прочно привязала лиану к ветке.

Нечто подобное умеет делать и дракон-конструктор.

Лиана – часть дракон-схемы, которая:

- имеет начало и конец (начало лианы и конец лианы);
- начало лианы находится вверху, конец – внизу;
- от начала к концу проходит хотя бы один маршрут;
- началом лианы служит выход иконы Вопрос или Вариант (если этот выход не является петлей цикла);
- концом лианы служит точка слияния.

Обычно лиана – это просто соединительная линия. Но иногда она может содержать одну или несколько икон.

ОПЕРАЦИЯ «ПЕРЕСАДКА ЛИАНЫ»

Иногда бывает нужно оторвать конец лианы от своего места и присоединить в другую точку схемы. Такая операция называется *пересадка лианы*. Примеры показаны на рис. 119 и 120.

Операция выполняется в два этапа. Сначала курсор мыши подводится к лиане, конец которой надо освободить (рис. 119, *левая графа*).

Куда его присоединить? Выбираем желаемую точку и отмечаем ее курсором (рис. 119, *средняя графа*). Результат операции «Пересадка лианы» показан на том же рисунке в правой графе.

Что показано в Примере 1? Отрываем правое плечо от верхней развилки и присоединяем его (без пересечения линий!) к нижней развилке.

Чему учит Пример 2? Отрываем правое плечо от правой развилки и присоединяем линию (без пересечений!) в валентную точку ниже иконы Действие.

Пример 3 тоже очень интересен. Он показывает, что *левое* плечо развилки также можно оторвать и (без пересечений!) присоединить к валентной точке.

На рис. 120 представлены дополнительные примеры пересадки лианы. Они демонстрируют разнообразие используемых приемов.

Многие дракон-схемы, представленные в книге, построены с помощью пересадки лианы.

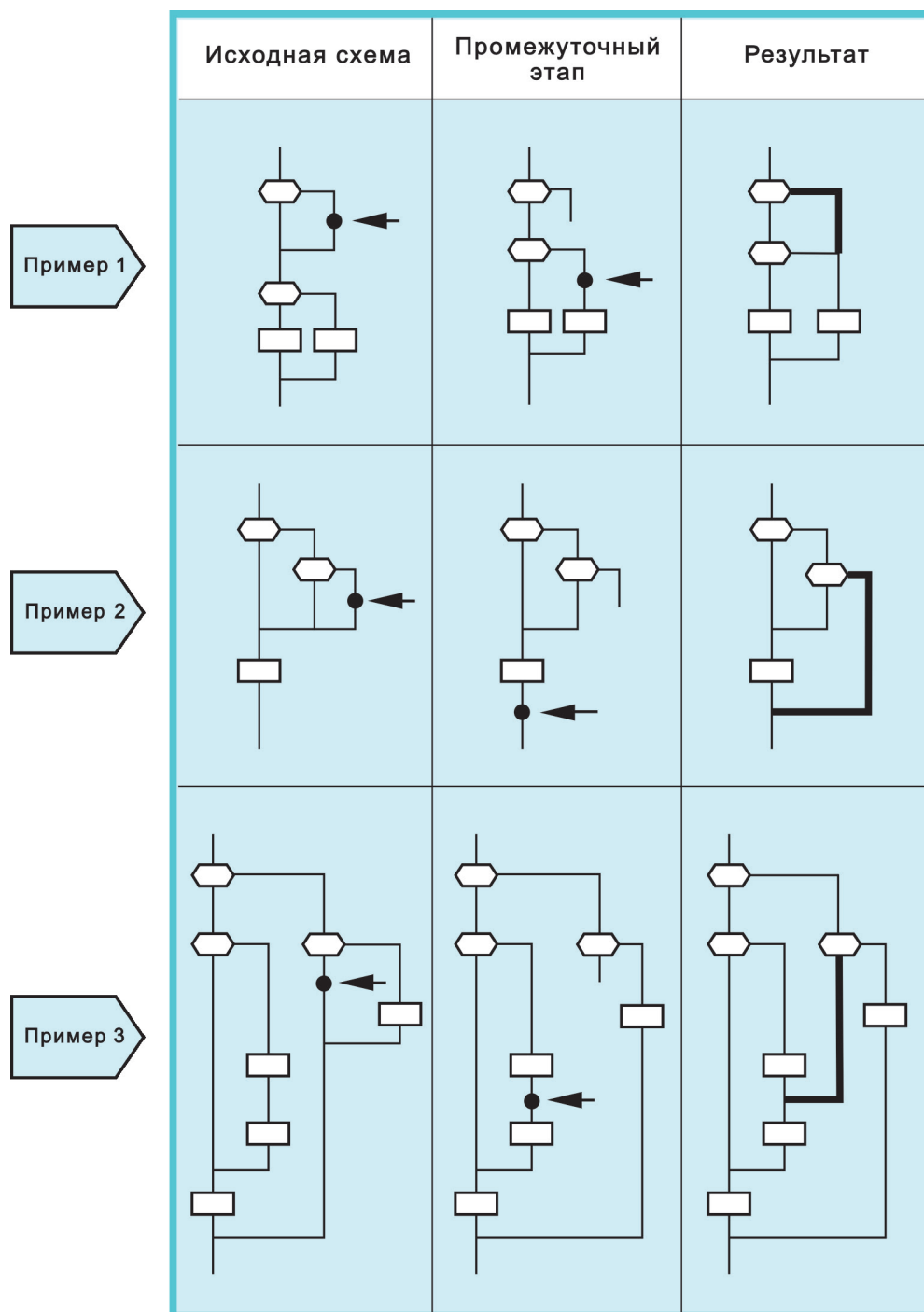


Рис. 119. Примеры выполнения операции «Пересадка лианы»

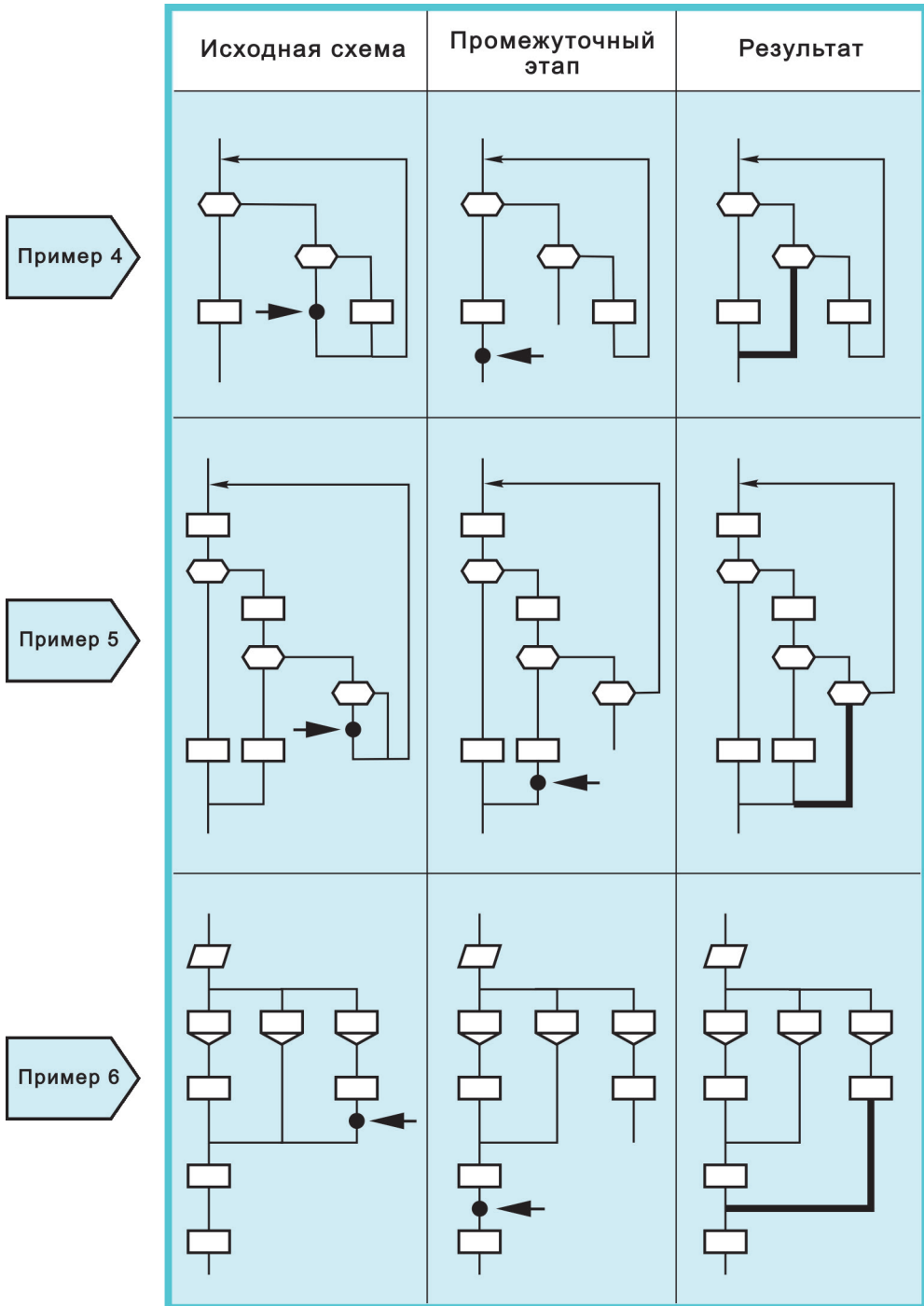


Рис. 120. Примеры выполнения операции «Пересадка лианы» (окончание)

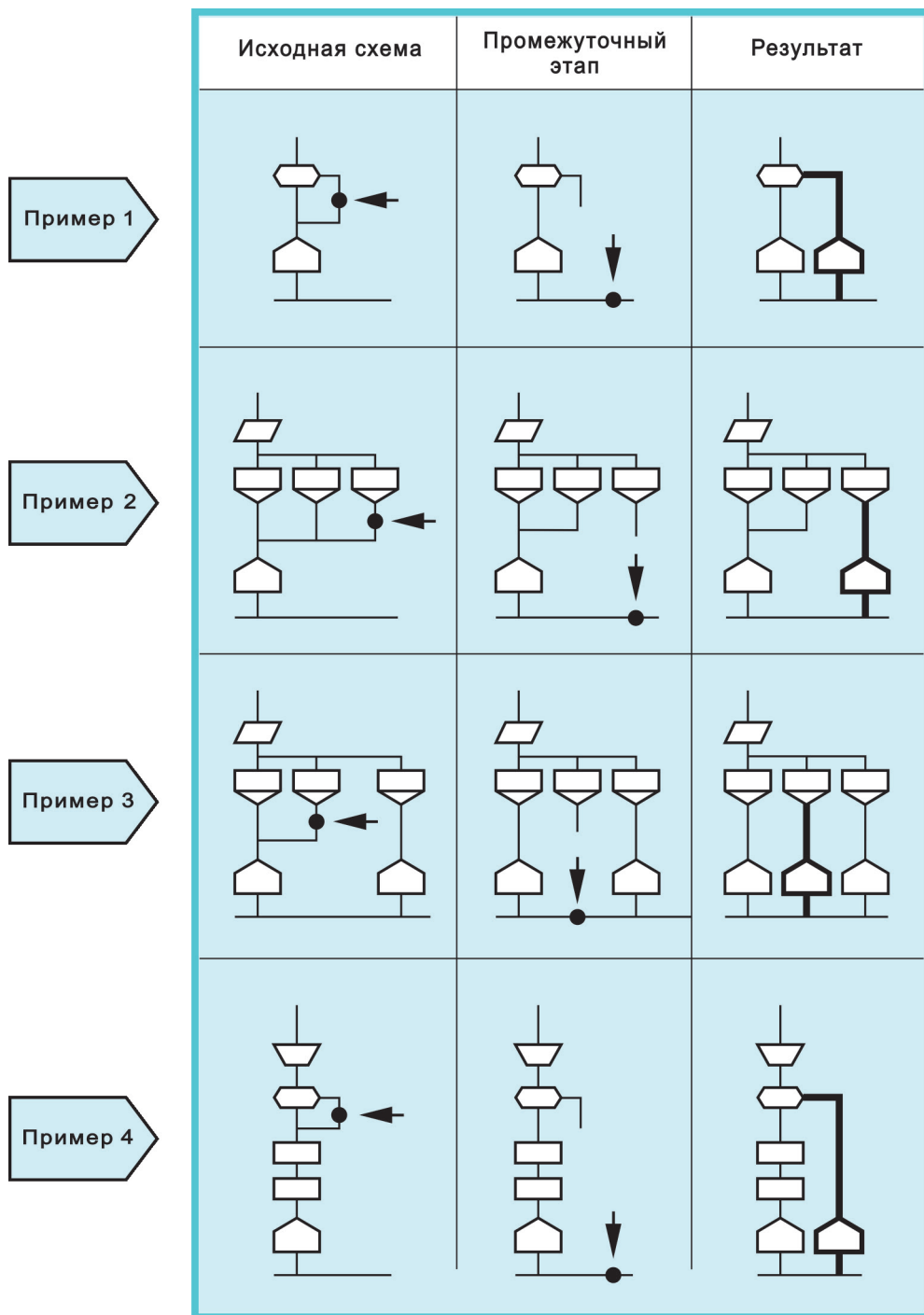


Рис. 121. Примеры выполнения операции «Заземление лианы»

ОПЕРАЦИЯ «ЗАЗЕМЛЕНИЕ ЛИАНЫ»

Пересадка лианы применима и к примитиву, и к силуэту. В отличие от нее заземление лианы относится только к силуэту. Оно служит для построения веток, имеющих несколько выходов (многоадресных веток).

Чтобы заземлить лиану, необходимо:

- организовать в ветке разветвление (с помощью Развилки или Переключателя);
- оторвать присоединенную к ним лиану от прежнего места;
- присоединить ее через икону Адрес к нижней горизонтальной линии силуэта, то есть «заземлить» ее.

При заземлении лианы различают два этапа.

Первый этап (отрыв нижнего конца лианы от своего места) осуществляется так же, как при пересадке лианы (рис. 121, *левая графа*).

На втором этапе пользователь подводит курсор к нижней линии силуэта, указывая точку, куда лиана может дотянуться, не пересекая других линий (рис. 121, *средняя графа*).

Это действие порождает автоматическое появление в нужном месте иконы Адрес. Лиана автоматически присоединяется к иконе Адрес. И через нее – к нижней линии силуэта (рис. 121, *правая графа*).

Заземление лианы используется при построении силуэтов с многоадресными ветками, как показано на рисунках 92 и 102.

ЗАДАЧА: ПОСТРОИТЬ СИЛУЭТ ПО ЗАДАННОМУ ОБРАЗЦУ

Как работает ДРАКОН-конструктор? Каким образом он строит Силуэт? Как это происходит?

Силуэт – основной инструмент языка ДРАКОН, обладающий огромным арсеналом выразительных средств. Мы знаем, что силуэт способен изображать очень сложные алгоритмы, такие как:

- Первая помощь при химическом ожоге глаз (рис. 96).
- Реанимация беременной женщины (рис. 102).

Однако мы ничего не знаем о тех таинственных механизмах, которые использует ДРАКОН-конструктор при вычерчивании Силуэта. Пора прояснить этот вопрос.

Предположим, необходимо построить Силуэт, изображенный на рис. 122. Это и есть образец, который мы должны воспроизвести с помощью конструктора.

Как приступить к делу? Чтобы построить дракон-схему «Силуэт», нужно выращивать ее из семечка, т. е. из заготовки-силуэта.

Давайте возьмем заготовку-силуэт и поместим ее на рис. 123 в левый верхний угол. Имея заготовку, будем постепенно, шаг за шагом, превращать ее в образец на рис. 122.

ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДРАКОН-СХЕМЫ «СИЛУЭТ»

Решение задачи представлено в виде десяти последовательных шагов на трех рисунках: 123 (*шаги 1–4*), 124 (*шаги 5–7*) и 125 (*шаги 8–10*).

Результатом является точная копия образца на рис. 122. Этот результат находится на рис. 125 в правом нижнем углу (см. *шаг 10*). Сравнив результат с рис. 122, можно удостовериться, что они полностью совпадают. Стало быть, задача решена правильно.

Что ж, «начнем, пожалуй», как говорил Ленский перед дуэлью.

На первом шаге вызываем из меню кубик Ветка (см. среднюю графу на рис. 123, *шаг 1*).

Куда его поместить? Подводим курсор к нужной точке в заготовке. К той самой точке, в которой следует разорвать соединительную линию, чтобы в образовавшийся разрыв вставить выбранный кубик. Тем самым мы изменяем заготовку, добавляя в нее еще одну ветку. Результат виден на рис. 123, *шаг 1, справа*.

Три следующих шага выполняем аналогично. В схему последовательно вставляем три иконы Действие (рис. 123, *шаги 2–4*).

Подведем предварительный итог. О чем говорит рисунок 123? Что сделано за первые четыре шага? Каков сухой остаток?

Глядя на среднюю графу, убеждаемся, что мы выполнили четыре команды:

- Вставь Ветку.
- Вставь Действие.
- Вставь Действие.
- Вставь Действие.

Черные кружки в левой графе показывают, что для каждой команды мы заботливо указали точку, куда надо вставить очередной кубик.

Обратимся теперь к самому интересному – к правой графе. Просматривая ее сверху вниз, мы видим, как постепенно, шаг за шагом, растет и обростает новыми деталями дракон-схема «Силуэт», которая и является нашей целью.

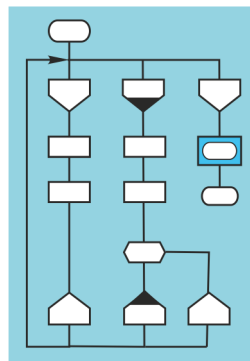


Рис. 122. Задача: нужно построить такой силуэт

Итог наших стараний на рис. 123 находится в правом нижнем углу. На данном этапе он похож на недостроенное здание и состоит всего из 10 икон.

Идем дальше и переводим взгляд на рис. 124. По очереди вставляем в схему кубики Действие, Развилка и начинаем заземлять лиану. Начинать-то начинаем, но пока не заканчиваем. Мы успели лишь оторвать нижний конец лианы. Глядя в правый нижний угол, видим, что оторванный конец сиротливо висит и ждет своей участи.

Подытожим. Глядя на среднюю графу, замечаем, что мы выполнили две команды:

- Вставь Действие.
- Вставь Развилку.

После этого мы наполовину выполнили заземление лианы (рис. 118, *шаги 5–7*).

Переходим к рис. 125. Здесь мы вместе со слугой-конструктором совершили три подвига:

Подвиг 1. Доведено до конца заземление лианы. Пользователь щелкнул мышью по нижней линии силуэта, а умница-конструктор мигом все понял и автоматически:

- вставил икону Адрес;
- облепил икону Адрес всеми необходимыми линиями.

Подвиг 2. Проставлены маркеры веточного цикла (черные треугольники) в иконы Имя ветки и Адрес. Этот подвиг умница-конструктор выполняет полностью самостоятельно, без вмешательства человека, так что пользователь даже мизинцем не пошевелил. Оговоримся: конструктор автоматически выполняет эту операцию, анализируя текст в иконах Имя ветки и Адрес. При отсутствии текста он ничего не делает. Так что в нашем «бессловесном» примере на рис. 122 простановка маркеров невозможна; она выполняется только после расстановки надписей в иконах.

Подвиг 3 более чем скромнен. Это всего лишь выполнение заурядной команды «Вставь Комментарий».

На этом летопись подвигов ДРАКОН-конструктора можно закончить. Результат последней операции показан на рис. 125 (*шаг 10, справа*). Этот результат венчает дело, потому что он в точности совпадает с заданием на рис. 122.

Что дальше? Когда графический узор (слепыш) дракон-схемы построен, производится заполнение его текстом. Только после этого ДРАКОН-конструктор делает последний штрих и производит расстановку маркеров веточного цикла.

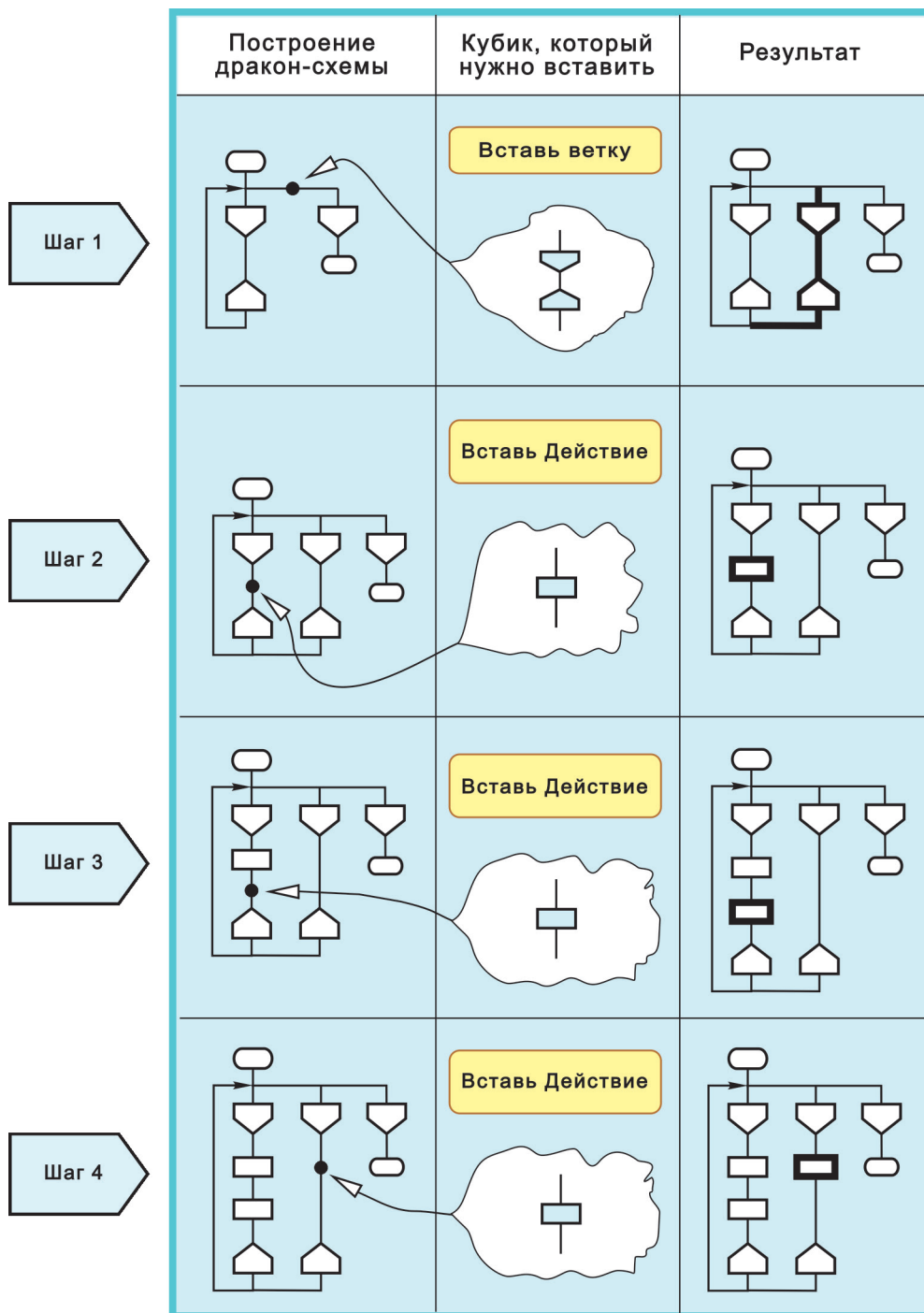


Рис. 123. Конструирование дракон-схемы «Силуэт» с помощью дракон-конструктора

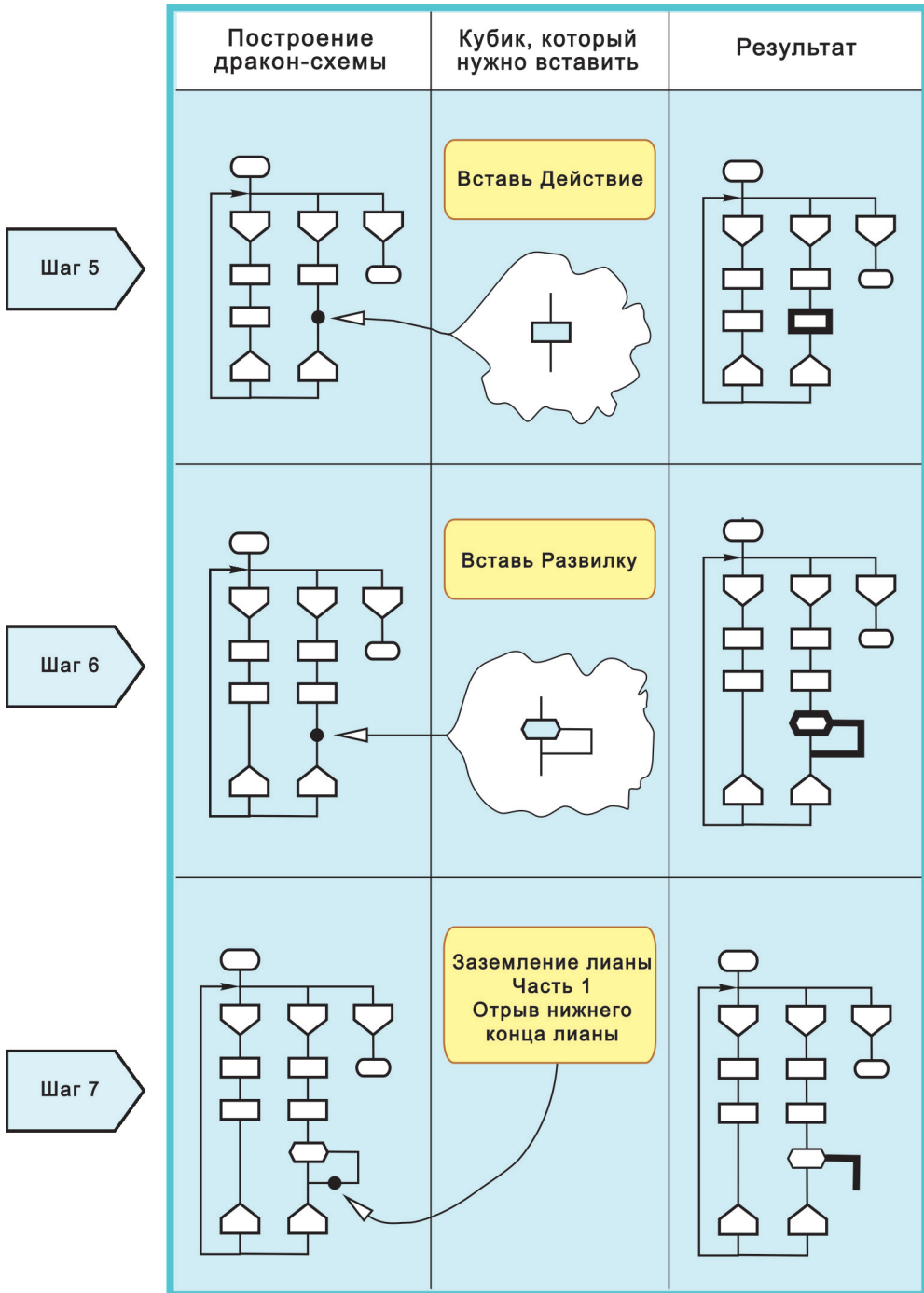


Рис. 124. Конструирование дракон-схемы «Силуэт» с помощью дракон-конструктора (продолжение)

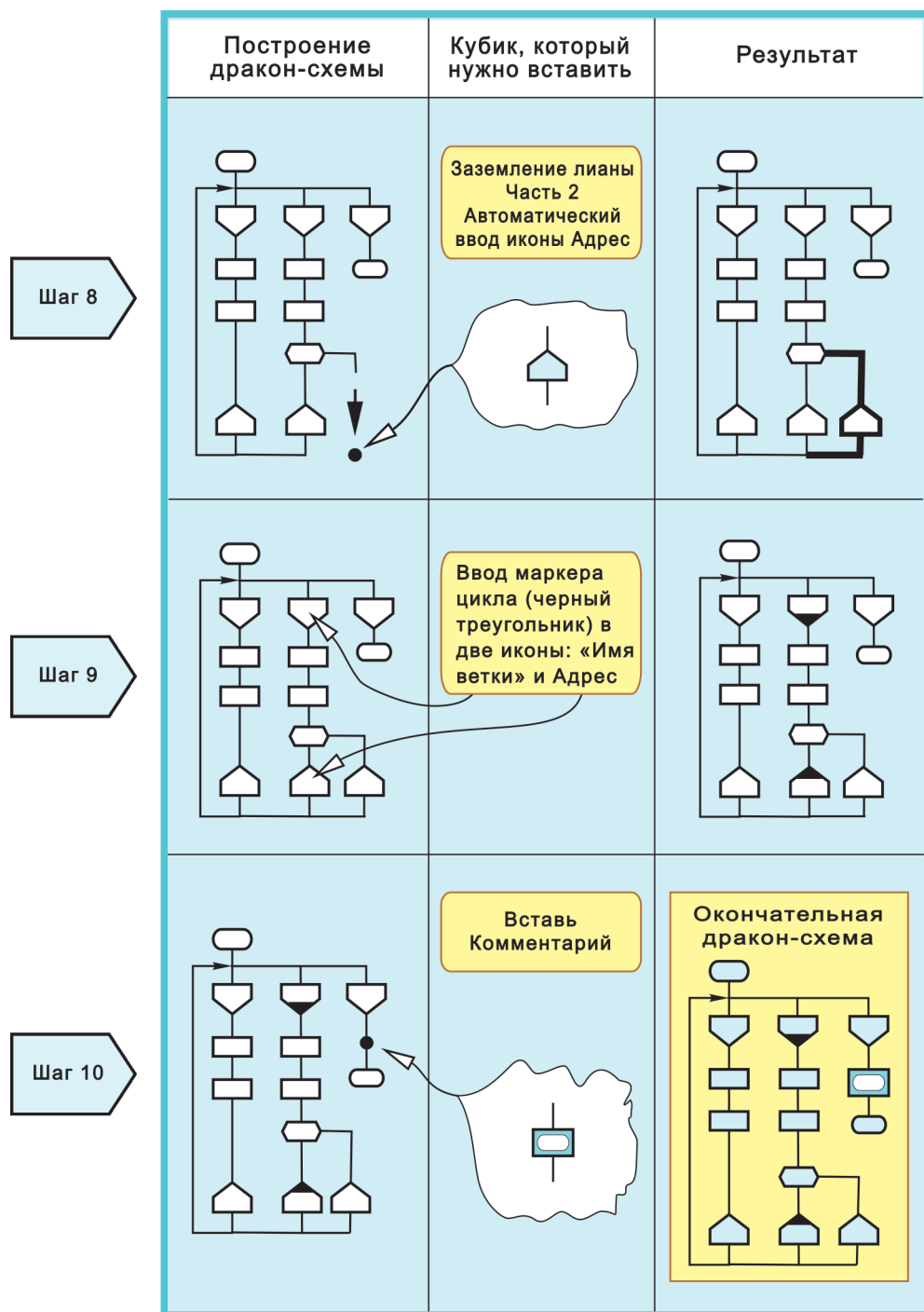


Рис. 125. Конструирование дракон-схемы «Силуэт» (окончание).
Справа внизу показана схема, созданная по образцу рис.122

ФОРМИРОВАНИЕ НАДПИСЕЙ «ДА» И «НЕТ»

Возле каждой иконы Вопрос обязательно должны стоять надписи «Да» и «Нет». Эти надписи появляются на дракон-схеме всякий раз, когда из меню вызывается элемент, содержащий икону Вопрос (рис. 113).

Первоначально ДРАКОН-конструктор пишет «Да» у нижнего выхода иконы Вопрос и «Нет» – у правого. Пользователь может менять их местами. Для этого в конструкторе предусмотрена операция «Да/Нет». При выполнении этой операции, слова «Да» и «Нет» у выходов иконы Вопрос меняются местами. (При этом все остальные элементы схемы остаются на своих местах).

Множественное нажатие на кнопку «Да/Нет» приводит к тому, что «Да» и «Нет» поочередно меняют свое положение.

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ ОПЕРАЦИЯ «ДА/НЕТ» ОТ РОКИРОВКИ?

При рокировке алгоритм не меняется. Потому что – вместе со сменой «Да» и «Нет» – плечи развилки тоже меняются местами. Следовательно, рокировка – равносильное преобразование алгоритма.

При операции «Да/Нет» дело обстоит иначе, так как все остальные элементы остаются на своих местах. Следовательно, операция «Да/Нет» изменяет алгоритм.

Операция «Да/Нет» изменяет алгоритм, а при рокировке алгоритм остается неизменным.

ВЫВОДЫ

1. Скорость конструирования и вычерчивания медицинских алгоритмов играет важную роль. Чем больше скорость, тем больше производительность труда врачей-разработчиков алгоритмов.
2. Автоматизация разработки медицинских алгоритмов определяется программой ДРАКОН-конструктор.
3. ДРАКОН-конструктор – общее название, обозначающее программы для конструирования и вычерчивания алгоритмов, перечисленные в п. 4.
4. В наличии имеются четыре бесплатных компьютерных программы, поддерживающих разработку медицинских алгоритмов на языке ДРАКОН:
 - «DRAKON Editor Web»,
 - «ИС Дракон»,

- «Фабула»,
 - «DRAKON Editor».
5. Интернет-консультации по языку ДРАКОН и ДРАКОН-конструктору можно получить на форуме языка ДРАКОН: <http://forum.oberoncore.ru/viewforum.php?f=77>
 6. Официальный сайт языка ДРАКОН: <http://drakon.su/>
 7. Видео и презентации: http://drakon.su/video_i_prezentacii/start
 8. Хотя общее число икон и макроикон языка ДРАКОН равно 29, для построения любой дракон-схемы достаточно иметь графическое меню, содержащее всего 20 кубиков.
 9. Графическое меню дает возможность конструировать медицинский алгоритм методом «сборки из кубиков». Для этого служит операция «Вставь кубик», позволяющая доставать кубики из меню и укладывать их в проектируемую дракон-схему.
 10. Другие операции («пересадка лианы», «заземление лианы» и т. д.) разрешают вносить в схему логические детали, расширяющие ее функциональные возможности и улучшающие эргономическое качество.
 11. Во внутренних механизмах ДРАКОН-конструктора реализован полный набор правил языка ДРАКОН, что освобождает пользователя от необходимости запоминать правила.
 12. ДРАКОН-конструктор создает только правильно построенные графические схемы и исключает возможность появления запрещенных схем.
 13. Язык ДРАКОН содержит большое число правил, которые обеспечивают удобочитаемость и правильность медицинских алгоритмов.
 14. Компьютерная программа ДРАКОН-конструктор хранит в своей обширной памяти полный набор правил языка ДРАКОН. Конструктор строго следит за их выполнением и не допускает ошибок.
 15. Во избежание ошибок врачу-разработчику медицинского алгоритма запрещено рисовать какие-либо линии на чертеже алгоритма. Весь процесс рисования осуществляет ДРАКОН-конструктор в автоматическом режиме.
 16. Врач-разработчик лишь управляет этим процессом, поочередно выбирая из графического меню нужные графические фигуры и указывая валентные точки на чертеже, куда их следует вставить.

Часть III

**ПЕРСПЕКТИВЫ
АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ
МЕДИЦИНЫ**

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ ДОЛЖНО ОПИРАТЬСЯ НА МЕДИЦИНСКИЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК

КТО ХОРОШО ДИАГНОСТИРУЕТ, ТОТ ХОРОШО ЛЕЧИТ

Умение диагностировать надо воспитывать с младых ногтей, со студенческой скамьи. Хорошим подспорьем для этого служат алгоритмы. К сожалению, сегодня в медвузах студентов знакомят по сути дела лишь со словом «алгоритм», которое вставляют повсюду к месту и не к месту. Реальные алгоритмы высокой точности в программу не включены.

Это существенный просчет. Недостаточное знакомство с серьезными алгоритмами приводит к тому, что алгоритмическое мышление выпускников остается несформированным. Так порождается медицинская алгоритмическая неграмотность.

Мы рассматриваем сложившуюся ситуацию как неудовлетворительную. К чему это приводит? В частности, к тому, что многие врачи допускают диагностические ошибки или вообще не могут принять решение.

Это отнюдь не мелочь. Данная оплошность имеет значимые негативные последствия. Получается, что система медицинского образования выдает дипломы врачам, которые «представляют опасность для пациентов». Как это происходит? Каким образом возникает опасность?

В авторитетной книге, учебном пособии для последипломного образования врачей «Оформление диагноза», читаем:

«Есть и “врачи-путаники”, которые даже в ясных случаях не могут поставить простой диагноз. Имеются также врачи, которые не довольствуются одним диагнозом, а всегда вносят в историю болезни целый ряд новых диагнозов. Противоположность им составляют врачи, которые не выходят за пределы типичных диагнозов и для которых все случаи всегда ясны. *Для больного всегда опасны все такие типы врачей»* [179].

Отсюда проистекает неутешительный вывод. В медицинских учреждениях, где работают «все такие типы врачей», больные подвергаются реальной опасности. Задача безопасности пациентов (patient safety) остается нерешенной.

Кто в этом виноват? Тут важна правильная тональность обсуждения. «Откуда берутся врачи, опасные для пациентов?» Прежде всего, подчеркнем, что обвинительный тон здесь неуместен. В действительности речь идет о врачах, которые испытывают трудности. Чрезмерные трудности мышления при постановке диагноза «даже в ясных случаях».

Мы исходим из гуманистических соображений. Нужно не обвинять врача, не упрекать его за неспособность поставить диагноз и решить профессиональную задачу, не обзывать его обидным словом «путаник». Нужно поступить ровно наоборот – облегчить для него мыслительную задачу. Тем более, что язык ДРАКОН позволяет это сделать.

Нужно протянуть указанным врачам руку помощи. Помощи в виде алгоритмов высокой точности. Делать это надо не тогда, когда грянул гром и поезд ушел, а заблаговременно. Начиная со студенческой скамьи.

Мнение
экспертов

«В среднем более чем у 15% больных заключительные клинические диагнозы, как показывают аутопсии, являются ошибочными... Основное заболевание при жизни пациента не распознается клиницистом примерно у 15–20% больных, умерших в стационарах нашей страны. Близкие цифры характерны и для стационаров других стран» [215].

ПОЧЕМУ НЕКОТОРЫЕ ВРАЧИ НЕ МОГУТ ПРИНЯТЬ РЕШЕНИЕ

Вот еще одно печальное свидетельство. И опять из медицинского учебника:

«Ни для кого не секрет, что даже в самых оснащенных лечебно-профилактических учреждениях некоторые специалисты (особенно молодые врачи) не могут принять решения даже при наличии в их распоряжении всех (!) необходимых данных. Они просто не обучены принятию решений» [180].

Опять та же песня. Что же это за напасть такая? Почему специалисты и молодые врачи «не обучены принятию решений»? Да еще «при наличии в их распоряжении всех необходимых данных»?

Полагаем, что причина все та же – отсутствие навыков алгоритмизации, незнакомство с алгоритмами высокой точности, несформированность алгоритмического мышления.

Здесь нужно быть начеку. Сколько ни говори халва, во рту сладко не станет. Сколько ни повторяй всуе слово «алгоритм», толку не будет.

Надо перейти от слов к делу. От словесной игры в алгоритмическую лапшу – к алгоритмам высокой точности на языке ДРАКОН.

КАК РАЗВИТЬ У СТУДЕНТОВ КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Некоторые авторы полагают, что алгоритмизация мышления врачей может помочь делу и содействовать развитию клинического мышления. Обсуждая вопрос о том, что врачи «не обучены принятию решения», они заявляют:

«Помочь в решении данной проблемы может... алгоритмизация мышления. Подобный подход позволит... сформировать у студента конструктивное клиническое мышление» [181].

Это правильная и глубокая мысль. Алгоритмизация мышления медиков есть средство для формирования у студентов и врачей эффективного клинического мышления.

Оговоримся: алгоритмизация алгоритмизации рознь. Эффективное клиническое мышление врачей можно сформировать лишь на основе алгоритмов высокой точности. Думается, иного пути нет.

ЧТО ТАКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Для наших целей большой интерес представляет концепция клинического мышления, предложенная в учебнике Самарского медицинского университета [23]. Имеется в виду глава 2 «Клиническое мышление и доказательная медицина. Принятие решений в медицине».

Глава разбита на подразделы:

- Введение в проблему принятия решений в медицине.
- Этапы становления и методы формирования клинического мышления.
- Метод ветвей и границ. Блок-схемы алгоритмов.
- Этапы становления клинического мышления [182].

Тщательно проштудировав главу, мы выделили в качестве важнейших следующие 12 тезисов:

- «Доказательная медицина рассматривает клиническое мышление как процедуру принятия решений» [183].
- «На повестку дня повышения качества подготовки выпускников ставится ... отработка техники принятия решений (иными словами, развитие клинического мышления)» [184].

- «Основным методом формирования клинического мышления у студентов ... является ... алгоритмизация действий» [183].
- «Алгоритмический метод для нахождения наиболее обоснованных решений, ... столь характерных для сформированного клинического мышления ... может быть рекомендован для описания как диагностических, так и лечебных алгоритмов» [185].
- «Алгоритмом называют четко определенную последовательность действий, которая приводит к верному решению» [186].
- «Необходимо научиться строить диагностические [и лечебные] алгоритмы» [187].
- «Приемом активизации мыслительной деятельности ... может стать использование типовых блок-схем для визуализации своих рассуждений и хода принимаемых решений» [188].
- «Использование стандартных блок-схем позволяет не только формализовать, но и визуализировать процесс рассуждений» [187].
- Перед системой медицинского образования «встает задача обучения составлению алгоритмов в виде стандартных блок-схем» [186].
- «Активное введение в учебный процесс стандартных блок-схем и описываемых ими алгоритмов оправдано» по многим причинам [189].
- «Использование стандартных блок-схем при описании алгоритмов диагностических и лечебных действий пока еще не является общепринятой процедурой» [189].
- «За последние годы вышло немало учебных пособий, где предприняты попытки написания профессиональных алгоритмов. Однако чаще всего эти алгоритмы написаны клиницистами в произвольном стиле, не имеют унифицированной общепринятой символики» [186].

Мы почти полностью согласны с концепцией Самарского университета. Надо лишь заменить устаревшие блок-схемы на перспективные дракон-схемы и указать, что речь идет об алгоритмах высокой точности.

АЛГОРИТМЫ В СРЕДНЕМ МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Предложения о преимуществах графических алгоритмов выдвигаются не только для высшего, но и для среднего медицинского образования:

«Блок-схема четко определяет алгоритм действий, что формирует клинический опыт, развивает логическое мыш-

ление студента. Преимущество блок-схемы при осуществлении контроля знаний проявляется в экономии времени на опрос каждого студента, уменьшении числа ошибок в постановке сестринского диагноза и осуществлении ухода за больными...

Существенная экономия времени преподавателя и студента при использовании графических алгоритмов связана с меньшим числом повторных кураций и докладов пациентов, поскольку каждая постановка неправильного сестринского диагноза влечет за собой осуществление неверного сестринского ухода и, как следствие, назначение повторной курации и доклада...

Использование блок-схемы при докладе пациента структурирует изложение клинической картины, строго определяет профессиональную терминологию, способствуя формированию культуры профессиональной речи студента...

Всё вышеизложенное позволяет сделать следующий вывод: контроль клинических умений у студентов медицинского колледжа с использованием графических алгоритмов в виде блок-схем, проходит эффективнее, чем по общепринятой методике» [190].

Соображения, приведенные в цитате, заслуживают одобрения. Это правильный анализ и разумное предложение. Давно пора переходить к графическим алгоритмам. Надо лишь внести поправку и заменить отжившие свой век блок-схемы на современные дракон-схемы.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

Алгоритмизация российской и мировой медицины подразумевает междисциплинарный подход к реформе профессионального медицинского языка. По мнению лингвистов, «язык и мышление образуют единство, так как без мышления не может быть языка и мышление без языка невозможно» [191].

Отсюда вытекает, что реформа профессионального языка медиков тесно связана с реформой клинического мышления. Алгоритмизация медицины – инструмент, обеспечивающий структуризацию и систематизацию клинического мышления.

НАГЛЯДНАЯ ОПОРА КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Клиническое мышление – это, прежде всего, абстрактно-логическое, или отвлеченное мышление. Для него характерно отвлечение в процессе позна-

ния от несущественных, второстепенных обстоятельств, сторон, свойств, связей явления с целью выделения существенных, закономерных признаков.

Опорой клинического мышления является профессиональный медицинский язык.

Наряду с этим используются и наглядно-чувственные средства клинического мышления: рисунки и иллюстрации в учебниках, кардиограммы, рентгеновские снимки и красочные картинки МР-томограмм, благодаря которым:

«сегодня без всякого вторжения мы можем видеть почти всё, что происходит в головном мозге с анатомических, а во многом и с функциональных позиций» [192].

К этой последней категории (категории наглядно-образных, чувственных стимуляторов мышления) относятся и дракон-схемы.

Преимущество иллюстраций, инфографики и других наглядных средств состоит в том, что они значительно облегчают и активизируют процессы мышления, дополняя левополушарную обработку данных правополушарными механизмами.

Для наших целей полезно различать две опоры клинического мышления:

- профессиональный медицинский язык,
- наглядно-чувственные средства.

Является ли текст в медицинском учебнике *наглядной* опорой мышления? Нет, не является. Именно потому что он словесно-логический. А раз так, он требует вдумчивого, медленного чтения, тщательного обдумывания и осмысления прочитанного.

Наглядность, в отличие от текста, хороша тем, что позволяет включить механизмы наглядно-образного мышления и ускорить восприятие.

По понятным причинам нас в первую очередь интересуют случаи, когда чувственной опорой клинического мышления являются дракон-схемы, эргономичные медицинские алгоритмы высокой точности. Дракон-схемы позволяют перейти от медленного заучивания сложного материала к быстрому пониманию. При этом:

- создается чувственная опора мысли студента и врача, которая подчёркивает, акцентирует и усиливает понимание теоретической сущности изучаемого предмета;
- прививаются навыки восприятия, осмысления информации не через сукцессивный словесный текст учебника, нарубленный на строчки равной длины, а через графическую, симулянтную форму её предъявления.

МОЖНО ЛИ ПОВЫСИТЬ СИЛУ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Этот вопрос имеет большое значение. Усиленное, более продуктивное и изобретательное мышление может помочь во многих случаях.

Например, чтобы сделать мышление медиков более эффективным при лечении различных заболеваний. Чтобы помочь врачам, испытывающим затруднения. Врачам, которым нужна помощь. Врачам, которые «даже в ясных случаях не могут поставить простой диагноз». А также тем, кто «даже в самых оснащенных лечебно-профилактических учреждениях не может принять решения даже при наличии в их распоряжении всех необходимых данных». И многим другим.

Известно, что язык усиливает мышление. Давайте заглянем в глубины истории и вспомним, кто впервые высказал эту важную догадку? Кому принадлежит пальма первенства?

Герман Эббингауз (1850–1909) был одним из тех, кто стоял у истоков современной психологии. Приведем несколько фактов из его научной биографии. Эббингауз прославился тем, что изобрел метод бессмысленных слогов при изучении запоминания. По мнению историков науки, это изобретение кардинально изменило изучение процесса обучения.

«Изучение Эббингаузом процессов заучивания и забывания – признанный пример поистине гениальной работы в экспериментальной психологии» [193].

Эдуард Титченер (1867–1927) позже отмечал, что использование бессмысленных слогов стало первым заметным шагом в данной области со времен Аристотеля.

Возвращаясь к нашей теме, следует подчеркнуть, что Эббингауз был первым, кто заявил, что *язык позволяет усилить человеческое мышление*. Вот его слова:

«Человек себе сам создал то, чего ему не дает природа, – меняющиеся знаки ... – и тем самым он приобрел средство возвести абстрагирующее мышление до высшего мыслимого совершенства. Этим созданием является язык.

Язык ... дает возможность поднять абстрагирующее мышление до самых высших возможных его пределов... Но эта высшая степень абстракции означает в то же время и **повышение силы нашего мышления**» [194].

Слова Эббингауза, связывающие воедино язык и «повышение силы нашего мышления», являются пророческими. Они имеют исключительно важное значение. Мысль Эббингауза направлена в будущее и предвосхищает открытия в области создания искусственных языков (и, в частнос-

ти, алгоритмических языков), а также нотаций и знаков, усиливающих и укрепляющих мощь и могущество человеческого разума.

Обсуждая роль нотаций в развитии общества, английский логик, математик и философ Альфред Норт Уайтхед пишет:

«Освобождая мозг от всей необязательной работы, хорошая нотация позволяет ему сосредоточиться на более сложных проблемах и в результате увеличивает умственную мощь цивилизации» [195].

Подводя итоги, можно сказать, что для повышения эффективности клинического мышления оно должно опираться не только на обычный медицинский язык, но и – причем, в значительной степени – на научно обоснованный медицинский алгоритмический язык высокой точности.

НЕТ ЛИ ЗДЕСЬ ПРОТИВОРЕЧИЯ?

Скептики вправе задать вопрос. Все ли здесь чисто? Не противоречит ли изложенная концепция существующим представлениям о клиническом мышлении?

Мы полагаем, что противоречия нет. За подтверждением обратимся к авторитетному суждению академика РАН, ректора Волгоградского медицинского университета Владимира Петрова.

Ниже приведены семь самых известных слайдов из его доклада [196]:

Слайд 6.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: НЕОБХОДИМОСТЬ

Любой клиницист испытывает значительные трудности при постановке диагноза, а начинающий врач – в особенности.

По мере накопления практического опыта каждый врач вырабатывает как бы собственную, только ему присущую систему диагностики, стиль и методы мышления у постели больного [196].

Слайд 7.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ (начало)

Врачебное искусство складывается:

- из объема знаний, необходимых для понимания причин и патофизиологических механизмов заболеваний,
- из клинического опыта,
- интуиции,

- и набора качеств, которые в совокупности составляют так называемое «клиническое мышление» [196].

Слайд 8.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ (конец)

Клиническое (врачебное) мышление – специфическая умственная деятельность практического врача, направленная на наиболее эффективное использование теоретических научных знаний, практических навыков и личного опыта при решении профессиональных (диагностических, лечебных, прогностических и профилактических) задач для сохранения здоровья конкретного пациента [196].

Слайд 13.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: ОСОБЕННОСТИ

В основе клинического мышления лежат законы и принципы преимущественно формальной логики.

Без овладения этими принципами на сознательном уровне врач не сможет качественно решать стоящие перед ним профессиональные задачи [196].

Слайд 14.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: ОСОБЕННОСТИ СЕГОДНЯШНЕЙ СИТУАЦИИ

Сегодня:

- время доказательной медицины,
- время стандартизации, унификации, глобальных подходов,
- время высоких технологий и информатизации всего и вся,
- период реформирования как самого здравоохранения, так и высшей медицинской школы [196].

Слайд 15.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: ДИАГНОСТИКА

Методология диагноза (синонимы: диагностическое мышление, диагностические алгоритмы, логика диагноза) – путь мысли врача от первых секунд встречи с больным до установления диагноза.

Основная сложность состоит в том, что в каждом конкретном случае удельный вес разных видов мышления всегда отличен, что и предопреде-

ляет неповторимость, сложность и порой труднообъяснимость врачебного мышления [196].

Слайд 25

Следует признаться, что теория построения диагноза разработана недостаточно и в настоящее время напоминает заброшенную вещь, пылящуюся на чердаке [196].

КОММЕНТАРИЙ

Мы процитировали семь слайдов академика Владимира Петрова. Легко видеть, что наше предложение о совершенствовании клинического мышления на основе концепции Самарского медуниверситета несколько не противоречит позиции академика Петрова и дополняет ее в виде дракон-алгоритмов как наглядно-чувственной опоры мышления.

Наше предложение может оказаться полезным для поиска простых и убедительных алгоритмических объяснений (позволяющих разложить все по полочкам) в случае «труднообъяснимости врачебного мышления» (слайд 15).

Не исключено, что данное предложение в будущем может оказаться ступенькой к построению теории диагноза, которая сегодня похожа, как метко подсказывает Петров, на «заброшенную вещь, пылящуюся на чердаке» (слайд 25). При разработке теории диагноза оно, предположительно, может оказаться полезным формализмом.

ВЫВОДЫ

1. Недостаток системы медицинского образования заключается в том, что в программе обучения слишком мало внимания уделяется медицинским алгоритмам. Вследствие этого:
 - медицинское алгоритмическое мышление выпускников остается несформированным;
 - из года в год воспроизводится медицинская алгоритмическая неграмотность.
2. Отсутствие подготовки по алгоритмам высокой точности приводит к тому, что многие врачи допускают диагностические ошибки или не могут принять решение. Выпускники медвузов не обучены принятию решений в средних и сложных случаях.
3. Чтобы устранить неумение принимать решение, необходима алгоритмизация клинического мышления.
4. Алгоритмизация мышления студентов и врачей возможна только на основе алгоритмизации медицинской литературы.

5. В учебнике Самарского медицинского университета «Поликлиническая терапия» разработана убедительная концепция клинического мышления, увязывающая клиническое мышление с алгоритмизацией мышления и способностью принимать медицинские решения.
6. Самарская концепция является перспективной основой, которую необходимо усовершенствовать и дополнить, включив в ее состав вместо блок-схем дракон-схемы, алгоритмы высокой точности и медицинский алгоритмический язык ДРАКОН.
7. Язык ДРАКОН есть средство для алгоритмизации медицины и алгоритмизации мышления и тем самым для формирования у студентов и врачей клинического мышления, обеспечивающего принятие медицинских решений высокой точности.
8. Актуальной задачей медицинского образования является развитие клинического мышления врачей, которое должно превратиться в *алгоритмическое клиническое мышление высокой точности*.

МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК НА СКАМЬЕ ПОДСУДИМЫХ

СУЩЕСТВУЮЩИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК ТОРМОЗИТ РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНЫ

Мы не замечаем воздух, которым дышим. Точно так же врачи не замечают свой профессиональный язык. Они привыкли к нему, притерлись и давно притерпелись. Каждому свое нечисто, да бело. Нет ничего удивительного, что врачи закрывают глаза на зияющие прорехи медицинского языка.

Людвиг Витгенштейн как-то сказал: «Философия – это борьба против очарованности ума языком» [197]. Ум врачей очарован неточным и неясным медицинским языком. Они не замечают, что язык устарел и тормозит развитие медицины. Этой «очарованности ума» надо положить конец.

АХИЛЛЕСОВА ПЯТА МЕДИЦИНЫ

Современная медицина добилась замечательных успехов. Однако в одном отношении она по-прежнему отстает от многих других дисциплин. Ахиллесовой пятой медицины является ее неточный, неясный и устаревший язык. Старомодный, неформальный язык порождает старомодное, неформальное мышление. Повышение точности и модернизация медицинского языка являются актуальной задачей.

По мнению специалистов по философии языка:

«язык не только служит нам верой и правдой, но и невольно на разные лады морочит нас... В языке таится множество самых неожиданных ловушек, то и дело вводящих нас в замешательство, сбивающих с толку, мешающих ясному, незамутненному пониманию» [198].

С особой остротой подобные дефекты языка мешают ясному пониманию сложных медицинских проблем, технологий и методов лечения.

МОЖНО ЛИ УСТРАНИТЬ ДЕФЕКТЫ ЯЗЫКА

Уместно вспомнить мудрые слова Людвиг Витгенштейна и применить их к одному из наиболее трудных и запутанных объектов – профессиональному медицинскому языку:

«Язык для всех готовит сходные ловушки, огромную сеть проторенных ложных троп. И мы видим идущих одного за другим по этому лабиринту, наперед зная, что вот здесь человек свернет, здесь проследует прямо, не заметив развилки. Стало быть, во всех местах, где дороги ответвляются в тупик, я должен выставлять таблички, помогающие преодолеть опасные перекрестки» [199].

Эти слова вскрывают важнейшую, основополагающую, фундаментальную проблему медицинского языка и медицины в целом.

Лабиринт Витгенштейна – очень точная и выразительная метафора. Практически любой медицинский алгоритм является коварным лабиринтом, состоящим из многих развилки.

Имеет ли врач карту лабиринта, позволяющую проследить все маршруты и исследовать все развилки? Нужна ли врачу такая карта? Обзорная карта?

Конечно, нужна. Необходима.

РЕФОРМА МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА

Медицинские действия, решения и процедуры, используемые при профилактике, диагностике и лечении содержат огромное количество интригующих развилки и опасных перекрестков. Все эти ответвления и тупики необходимо отчетливо видеть и тщательно учитывать.

Спросим себя: позволяет ли современный медицинский язык видеть и анализировать эти и иные опасности, чтобы в полной мере защитить пациентов от врачебных ошибок?

Нет, не позволяет!

Можно ли устранить дефекты языка? Да, можно. Именно для этого предназначена предлагаемая нами «Реформа медицинского языка». Ее цель – осуществить обогащающее преобразование медицинского языка, расширив его возможности с помощью медицинского алгоритмического языка.

Язык ДРАКОН предназначен для стимулирования и повышения продуктивности клинического мышления врачей, для стандартизации представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе, крупномасштабной алгоритмизации отечественной и мировой медицины.

В самом начале книги мы изложили основную идею. Повторяем ее здесь (в рамке), чтобы критически настроенный читатель смог удостове-

риться, в какой мере автор смог выполнить свои обещания и осуществить заявленные требования к языку ДРАКОН.

ОСНОВНАЯ МЫСЛЬ КНИГИ

Профессиональный медицинский язык (язык медицинской литературы, учебников, стандартов, руководств, клинических рекомендаций, протоколов) имеет серьезный дефект. Он недостаточно точен и плохо приспособлен для описания сложных и разветвленных, нередко многочасовых и многодневных медицинских действий, решений и процедур, выполняемых при профилактике, диагностике, лечении, экстренной помощи, реанимации, реабилитации, прогнозе.

Чтобы устранить дефект, нужно осуществить глубокую реформу медицинского языка, расширив его возможности с помощью визуального медицинского алгоритмического языка высокой точности – языка ДРАКОН. Последний предназначен для стимулирования клинического мышления врачей, повышения безопасности пациентов, предотвращения врачебных ошибок и стандартизации представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе.

СРАВНЕНИЕ С КОНКУРИРУЮЩИМИ ПРЕДЛОЖЕНИЯМИ

Чем же плох существующий профессиональный язык врачей? Тем, что он не позволяет создать подробное (пошаговое) описание сложных и разветвленных медицинских процессов в точной, однозначной и исчерпывающей форме, которая полностью исключает неясности, пробелы, двусмысленности и врачебные ошибки. Кроме того, он не способен представить трудную для запоминания последовательность медицинских действий в наглядной графической форме – в виде полезной рабочей «шпаргалки». Имя такой шпаргалки – инфографика.

Попытки составить медицинские шпаргалки, т. е. графические схемы, полезные для врачей, предпринимаются давно. Блок-схемы алгоритмов, диаграммы деятельности языка UML, деревья принятия решений получили некоторое распространение. Тем не менее, дело не клеится – нынешняя графика не в состоянии решить заявленную проблему.

С ростом сложности схемы алгоритмов на всех известных графических языках становятся непонятными; они не помогают, а скорее запутывают. Получается: за что боролись, на то и напоролись.

Таким образом, по результатам анализа, представленного в книге, можно сделать заключительный вывод. Язык ДРАКОН несопоставимо превосходит все конкурирующие предложения и является единственным рациональным и разумным решением.

КАК ЗАЩИТИТЬ ВРАЧА ОТ РОКОВОЙ ОШИБКИ

Принимая решение в сложных случаях, врач может не заметить хитроумную развилку, пропустить коварный перекресток и тем самым совершить медицинскую ошибку. Как защитить его от роковой ошибки?

Надо подсказать врачу верное решение, оказать ему интеллектуальную помощь. Здесь бессилён обычный (трудный и запутанный) медицинский язык. Необходим ДРАКОН, т. е. легкий для понимания графический язык, предлагающий нужные решения в виде наглядной инфографики, пригодной для моментального симультанного восприятия.

Медицинский ДРАКОН освобождает врачей от подвохов, капканов и неприятностей.

Развилки? ДРАКОН четко указывает на них с помощью макроикон «Развилка» – их нельзя не заметить.

Перекрестки? Они принципиально невозможны, так как в ДРАКОНе запрещены пересечения линий.

Тупики? От тупиков и замаскированных волчьих ям защищают иконы Адрес, играющие роль предупреждающих табличек, которые не позволяют сбиться с дороги.

Подчеркнем: обычный язык прячет развилки и опасности, а ДРАКОН, наоборот, демонстративно срывает с них шапку-невидимку и «указательным пальцем» *показывает* на них.

МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК ОПАСЕН ДЛЯ ПАЦИЕНТОВ

Сегодня во многих странах мира проблема безопасности пациентов и медицинских ошибок находится в центре внимания. Всемирную кампанию обеспокоенности и противодействия новым угрозам инициировал и концептуально возглавил Институт медицины США (Institute of Medicine), имеющий право давать рекомендации законодательным органам США.

В докладе Института медицины под названием «Человеку свойственно ошибаться: создание более безопасной системы здравоохранения» выдвинуты принципиально новые идеи об обеспечении безопасности пациентов [1]. Публикацию доклада в 2000 году следует считать датой научного рождения понятия «безопасность пациентов» (рис. 126).

По рекомендации Института медицины проведены слушания в конгрессе США и принят Закон о безопасности пациентов, подписанный пре-

зидентом Джорджем Бушем младшим 29 июля 2005 года (Patient Safety and Quality Improvement Act of 2005). В мировой системе здравоохранения выявлены и частично устранены многие неблагоприятные ситуации, представляющие опасность для пациентов.

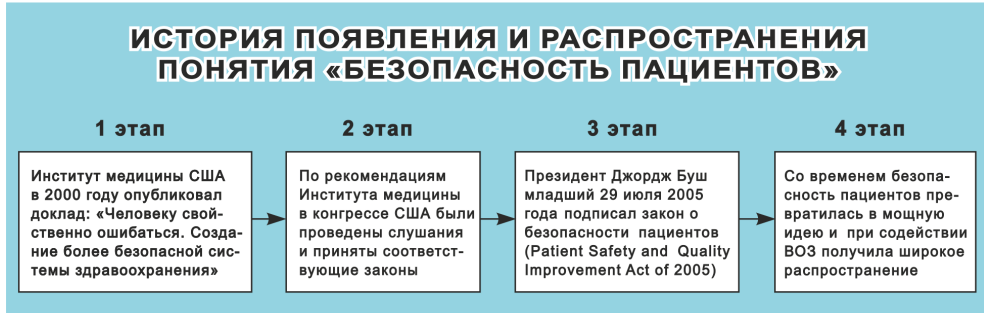


Рис. 126. Этапы возникновения, развития и распространения понятия «безопасность пациентов»

Однако проблема оказалась далеко не простой. Существуют иные причины для тревоги, не выявленные ранее.

Доклад «Человеку свойственно ошибаться», а также другие доклады Института медицины послужили исходной точкой, или отправным моментом для нашего исследования. Проведенный нами тщательный анализ показал, что выводы Института медицины являются важными, но совершенно недостаточными. Мы полагаем, что докладе упущены существенные обстоятельства, имеющие чрезвычайный характер.

По нашему мнению, медицинские ошибки зависят от многих причин, в том числе, от недостатков медицинского языка. В книге мы попытались доказать, что:

- дефекты медицинского языка могут оказывать негативное и даже разрушительное воздействие на профессиональное мышление врачей;
- профессиональный медицинский язык является опасным для пациентов;
- чтобы сделать его безопасным, необходимо для записи алгоритмов использовать медицинский алгоритмический язык высокой точности, описанный в данной книге.

МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК КАК ПРОБЛЕМА

Медицинский язык очень сложен и постоянно развивается. Он состоит из человеческих слов и «нечеловеческих» элементов. К нечеловеческим можно отнести коды. Поясним на примере классификации МКБ-10.

В графе «Нозологическая единица» пишем по-человечески, например:

Синдром Стейна-Левенталя (склерокистозные яичники)

А в графе «Код диагноза» пишем нечеловеческое название:

E28.2

Это значит, что вместо длинного названия «Синдром Стейна-Левенталя (склерокистозные яичники)» можно использовать краткое и точное буквенно-цифровое имя «E28.2». Код диагноза E28.2 однозначно указывает на синдром Стейна-Левенталя. Код не зависит от национального языка; он интернационален и понятен всем врачам мира в любой точке земного шара. Код хорош тем, что исключает проблему перевода с одного языка на другой.

Расширение медицинского языка за счет добавления нечеловеческих элементов обогащает язык и позволяет получить ряд важных преимуществ: международную стандартизацию терминов, возможность компьютерной обработки и др.

Это первый пример. Но есть и второй.

Единая система медицинского языка UMLS (Unified Medical Language System) представляет собой компьютерную систему, «понимающую» биомедицинскую информацию и информацию в сфере здравоохранения. Система создается в Национальной медицинской библиотеке США (National Library of Medicine, NLM).

Для нас важно, что система UMLS есть гигантское расширение медицинского языка, включая не только МКБ-10, но и много других словарей и источников на разных языках мира. Она содержит более 1 миллиона биомедицинских понятий (concepts) и 5 миллионов терминов (concept names).

Таким образом, существует целый ряд острых проблем, связанных с развитием и совершенствованием медицинского языка и устранением его недостатков. Мы указываем на эти проблемы для того, чтобы устранить возможную путаницу и размежеваться по принципу: вам налево, нам направо. Мы хотим аккуратно обнести колышками, «застолбить свой алгоритмический огород». И тем самым с предельной точностью ограничить место нашей идеи в общем списке нерешенных проблем языка.

Предлагаемая нами реформа медицинского языка имеет четко очерченные границы. Она никак не затрагивает указанную выше «постороннюю» проблематику, не лезет со своим уставом в чужой монастырь. И представляет собой самостоятельное направление исследований, разработок и развития.

ТОЛЬКО СО СМЕРТЬЮ ДОГМЫ НАЧИНАЕТСЯ НАУКА

Опытный врач, зав. кафедрой факультетской хирургии Самарского медицинского института Георгий Ратнер в свое время заявил: «Медицина относится к разряду наук неточных, железных алгоритмов в ней нет и быть не может» [7]. Верно ли это?

Нет, не верно. Хотя эта догма до сих пор популярна среди медиков, дни ее сочтены. Вспомним слова Галилея: «Только со смертью догмы начинается наука».

Почему врачебные ошибки превратились в проблему? Почему безопасность пациентов под угрозой? Почему необходимые медицинские знания не всегда проникают в сознание врача?

Потому что главная транспортная артерия для передачи знаний врачам – медицинский язык – не справляется со своими обязанностями; она обветшала, засорилась и поражена многочисленными тромбами.

Реформа медицинского языка – непростое дело. Но обойтись без нее невозможно. Думается, это событие откроет новую страницу в истории медицины.

ВЫВОДЫ

1. Медицина чрезвычайно сложна и с каждым годом продолжает усложняться.
2. Нарастающая сложность медицины проявляется в том, что увеличивается нагрузка на мозг врачей, вынуждая их решать все более сложные мыслительные задачи.
3. Психофизиологические характеристики и способности врача не безграничны, они ограничены критическим порогом.
4. Если сложность мышления врачей становится чрезмерной и превышает критический порог, появляются медицинские ошибки, влекущие за собой смерть, инвалидность и иной ущерб для пациентов.
5. Всемирная эпидемия врачебных ошибок свидетельствует о том, что медицинская наука оказалась в тупике.
6. Тупиковая ситуация возникла, в частности, из-за того, что не была своевременно замечена проблема *чрезмерной сложности мышления врачей*, что и привело к кризису в области безопасности пациентов.
7. Необходимо создать благоприятные условия для мышления врачей. Интеллектуальная нагрузка на мозг врачей должна быть соразмерной их силам и способностям. Чрезмерная сложность мышления означает,

что профессиональный медицинский язык отстал от жизни и является опасным для пациентов.

8. Чтобы сделать медицинский язык безопасным, необходимо для записи алгоритмов использовать медицинский алгоритмический язык высокой точности, описанный в данной книге.
9. Язык ДРАКОН предназначен для стимулирования и повышения продуктивности клинического мышления врачей, для стандартизации представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе, крупномасштабной алгоритмизации отечественной и мировой медицины.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И РЕФОРМА СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВЫСШАЯ ФОРМА МЕДИЦИНСКОГО ЗНАНИЯ

Социальная и научная ценность медицинских алгоритмов неоправданно занижена. Как говорил Фридрих Ницше, пора произвести переоценку ценностей. Необходимо пересмотреть отношение к медицинским алгоритмам и присвоить им более высокий статус.

В главе 4 говорилось, что медицинский алгоритм выражает сущность лечебно-диагностического процесса и является одним из центральных понятий медицины. Пришло время внести уточнение.

Мы полагаем, что медицинский алгоритм есть высшая форма медицинского знания. Высшая в том смысле, что алгоритм является итогом, результатом, «конечным продуктом», который опирается на всю совокупность различных видов медицинского знания и познания. Имеются в виду: исследования, разработки, доказательства, аргументация, обоснования, расчеты, эксперименты, клинический, патологоанатомический, фармацевтический опыт и прочее. После проведения и завершения всех этих процессов рождается качественный и хорошо продуманный алгоритм.

Медицинский алгоритм конденсирует в себе все самое ценное, что удалось и удастся выявить на предыдущих этапах биомедицинского познания.

Отсюда проистекает вывод: *понятие медицинского алгоритма является фундаментальным*. По этой причине его следует положить в основу системы медицинского образования.

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ – ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Какой облик примет медицина будущего? Мы предполагаем, что она будет алгоритмической, т. е. значительно более точной, формальной и эргоно-

мичной. Она предстанет перед нами в виде стройной и красивой пирамиды, где вверху находятся алгоритмические системы, а внизу алгоритмы.

Мы верим, что медицина медленно, но верно превращается в *алгоритмическую медицину*. Сейчас этот процесс для многих пока еще не очевиден, но первые робкие и слабые ростки клинической алгоритмизации уже налицо.

Мы считаем, что построение алгоритмической клинической медицины является важнейшей, стратегической целью.

Решающую роль в создании алгоритмической медицины должно сыграть медицинское образование. Для этого система подготовки медицинских кадров должна претерпеть значительные изменения. Реформа должна быть всеобъемлющей и охватить как преддипломное, так и последипломное медицинское образование.

ПОЧЕМУ ТАК МЕДЛЕННО

В настоящее время алгоритмический прогресс в медицине имеет стихийный характер. Он движется к неясной цели без руля и без ветрил, шарахаясь из стороны в сторону методом проб и ошибок. Или, как любил говорить психолог Эдвард Ли Торндайк, «методом проб и случайного успеха» [200].

Несмотря на все препятствия, блуждая вслепую и наугад, не имея стандартных графических обозначений, алгоритмический процесс тем не менее развивается и крохотными шажками продвигается вперед. Но делается это очень медленно, без четких ориентиров, ни шатко, ни валко, со скоростью улитки.

Нам кажется, что здесь есть резерв, причем существенный. Алгоритмический процесс в медицине можно значительно усилить, ускорить и упорядочить с помощью новых средств, предлагаемых в нашей книге.

АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК КАК РЕШАЮЩАЯ ПРЕДПОСЫЛКА

Мы исходим из того, что для строительства клинической алгоритмической медицины в первую голову необходим медицинский алгоритмический язык высокой точности. Язык является центральным пунктом и решающим условием успеха.

Это наш постулат, если угодно, наша догма.

Согласно замыслу, основой предстоящей реформы может стать медицинский алгоритмический язык высокой точности ДРАКОН. Доказательства, которые мы представили в книге, дают основания утверждать, что язык ДРАКОН позволяет осуществить коренную перестройку всех видов медицинской литературы, включая:

- учебники,
- стандарты,
- руководства,
- клинические рекомендации,
- протоколы.

Но это всего лишь потенциальная возможность. Сам по себе язык – условие необходимое, но не достаточное. Чтобы язык смог «выстрелить» и принести заявленную пользу, нужно встроить его в систему медицинского образования.

МЕДИЦИНА ПЕРЕД ТРУДНЫМ ВЫБОРОМ

Медицина считается плохо формализуемой областью знания, и сегодня это действительно так.

Алгоритмы – часть математики. Математизация медицины очень важна; с ее помощью достигнуты впечатляющие успехи, например, в математической биологии, биофизике, медицинской кибернетике и др.

Однако, в случае алгоритмизации медицины дело обстоит иначе из-за огромных масштабов предстоящих перемен. Ведь речь идет о новом медицинском языке, которым должны овладеть все или почти все врачи мира. Это значит, что задача приобретает массовый характер и становится необычайно трудной.

Приведем данные по России. В 2008 году в здравоохранении работали 3,7 миллиона человек¹. Врачей всех специальностей 704 тысячи, среднего медперсонала – полтора миллиона человек [201, 202]. Эти цифры показывают примерное число специалистов, которые должны пройти переподготовку и овладеть медицинским алгоритмическим языком высокой точности.

В ЧЕМ ГЛУБИННАЯ СУТЬ ПРОБЛЕМЫ

В Международной классификации болезней МКБ-10 указаны примерно десять тысяч различных заболеваний и соответствующих синдромов. В литературе описаны сто тысяч симптомов [203]. Все бы хорошо, да вот беда: «Запомнить такое количество заболеваний и симптомов обычному человеку в принципе невозможно» [204].

Как же быть? Как лечить людей, если врачи не в состоянии запомнить методы лечения?

В России адаптировано около 1500 часто встречающихся болезней, хотя используется до 20 000 названий [203]. Однако в медицинских вузах

¹ Без учета занятых в предоставлении социальных услуг, ветеринарной деятельности, производстве фармацевтической продукции и медицинской техники.

изучают всего-навсего 500–600 заболеваний и синдромов и соответствующую симптоматику [204]. Получается, что студенты получают лишь малую часть знаний, всего 5–6% от известных недугов или 30–40% от наиболее распространенных в России.

Это плохо. Авторы известного медицинского учебника всерьез обеспокоены и бьют тревогу: «вероятность встречи с неизвестной патологией очень высока». И честно предупреждают о возможном ухудшении статистики врачебных ошибок [204].

К этому следует отнестись со всей серьезностью, поскольку врачебные ошибки представляют реальную опасность для пациентов.

КТО ВИНОВАТ

Дело осложняется тем, что в мире наблюдается взрывной рост медицинской информации, толщина учебников растет. Однако мозг у студентов не резиновый. Емкость нашей памяти не безгранична, всему есть предел.

Попытка «запахнуть» в человеческую голову больше, чем она способна переварить за известный промежуток времени, ведет к негативным последствиям – перегрузкам учащихся и педагогов, низкой эффективности обучения и затягиванию учебного процесса. Получается замкнутый круг, из которого в рамках традиционного подхода фактически нет выхода [205].

ПРЕЖНИЕ СПОСОБЫ ОБУЧЕНИЯ ВРАЧЕЙ ИСЧЕРПАЛИ СЕБЯ

О чем это говорит? О том, что прежние способы обучения врачей в значительной мере исчерпали себя. Похоже, что профессиональный медицинский язык (язык медицинской литературы, учебников, руководств, клинических рекомендаций, протоколов) безнадежно отстал от жизни. Для решения новых задач нужны принципиально новые выразительные средства. Нужен новый медицинский язык.

«Улица корчится безъязыкая, ей нечем кричать и разговаривать!» – писал Маяковский. На помощь приходит язык медицинских алгоритмов. Но все не так просто, ибо он приходит под знаменем математики. Казалось бы, это хорошо. Увы, это не так. Ма-



- Пихай-пихай! Утрамбовывай!
- А он не помрет? Слышишь, как вопит.
- Ничего. Родине нужны образованные люди.

ниловские фантазии о пользе математики вдребезги разбиваются о прозу жизни. Все хорошо в меру. Заставь дурака богу молиться – он лоб разобьет.

Трудность в том, чтобы отыскать тонкий баланс между стремлением математизировать описание медицинских алгоритмов и найти эргономичное решение, приемлемое и удобное для врачей. Если врачи скажут:

Алгоритмы трудны
И нам не нужны!

значит, дело проиграно. Без одобрения врачей проект теряет опору и рушится.

Чтобы добиться успеха, нужно облегчить жизнь и студентов, и врачей. Это значит: бережно сохранив медицинскую терминологию и привычный для медиков естественный язык, добавить к нему каплю математики. Мы предложили компромиссный вариант под названием «невидимая математика», который, как представляется, всех устроит. По принципу: и математические волки сыты, и медицинские овцы целы.

ОБЛЕГЧИТЬ ЖИЗНЬ И СТУДЕНТОВ, И ВРАЧЕЙ

В течение многих лет доктор физико-математических наук профессор Игорь Вельбицкий пытается доказать, что восприятие научных текстов и, в частности, алгоритмов, можно значительно ускорить, если заменить текст на графику:

«Общепризнано, что человеческий мозг в основном ориентирован на визуальное восприятие и люди получают информацию при рассмотрении графических образов быстрее, чем при чтении текста» [206].

Вообще говоря, мысль Вельбицкого почти очевидна. Биологическая эволюция на Земле продолжается 3,7 миллиарда лет. Развитый глаз появился 65 миллионов лет назад, а текст (иероглифический) – всего-навсего 5000 лет назад.

Стало быть, текст – недавнее изобретение. Образно говоря, он появился только вчера. До возникновения текста зрительное восприятие в течение миллионов лет было визуальным. За этот период эволюция зрительных генов прошла длительный путь и создала совершенный (симультанно-сукцессивный) механизм зрительного восприятия. С появлением текста этот сверхмощный древний механизм никуда не исчез, он полностью сохранился и лишь на время отошел в резерв.

По сути дела, Вельбицкий предлагает по-хозяйски использовать огромное физиологическое богатство в виде древнего зрительного механизма, которое досталось нам от далеких предков.

Внимательно прочитаем слова Вельбицкого: «люди получают информацию при рассмотрении графических образов быстрее, чем при чтении текста». В этой цитате ключевым является слово *быстрее*.

Что оно значит применительно к медицине? Оно имеет чрезвычайно важный смысл. Студенты-медики и врачи *быстрее* получают медицинскую информацию, если представить ее в виде графических образов. Ограничимся медицинскими алгоритмами, обобщим и соединим с основной мыслью книги. Получим вот что:

- Чтобы облегчить жизнь студентов и врачей при изучении медицины и ускорить процесс обучения, необходимо отказаться от текстового представления медицинских алгоритмов и заменить его на графическое представление. Имеется в виду представление на медицинском алгоритмическом языке высокой точности ДРАКОН.
- Допускается использовать текст в качестве пояснений к графическим алгоритмам.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Оба направления не противоречат друг другу и являются взаимодополняющими. Они должны объединиться и превратиться в единое целое:

- алгоритмическая медицина должна быть доказательной;
- доказательная медицина должна быть алгоритмической.

Принцип безопасности пациентов (*patient safety*) позволяет ставить вопрос так: «Что может служить доказательством эффективности и безопасности лечения?» [207]. Опытные эксперты отвечают:

«По-видимому, каждый врач вполне обоснованно полагает, что он в своей практике ориентируется на реальные научные факты, однако так ли это на самом деле? В действительности большинство клиницистов при принятии решений полагаются на интуицию или на общепринятую практику.

Вместе с тем в практической деятельности желательно использовать только полезные вмешательства, а из полезных те, которые дают наибольшую пользу, причем наибольшую пользу на единицу затрат» [207].

Соглашаясь с этим, считаем нужным внести уточнение:

Во избежание врачебных ошибок и в целях безопасности пациентов полезные вмешательства должны быть обязательно опубликованы в медицинской литературе (в учебниках, стандартах, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах) в виде графических алгоритмов на медицинском алгоритмическом языке высокой точности ДРАКОН. Кроме того, они должны быть сертифицированы.

РОЛЬ МЕДИЦИНСКИХ ЖУРНАЛОВ

Журналы могут сыграть важную роль в деле популяризации и распространения алгоритмической медицины. Желательно, чтобы правила для авторов содержали требование представлять медицинские алгоритмы в графическом виде по правилам медицинского алгоритмического языка высокой точности.

Известны полезные аналоги и прецеденты. В 1997 году журналы «JAMA», «Lancet» и «BMJ» обязали авторов использовать единые методические требования с учетом принципов доказательной медицины.

Аналогичные требования целесообразно предусмотреть и в отношении алгоритмической медицины.

Одной из ближайших задач можно считать проникновение информации об алгоритмической медицине и языке ДРАКОН (DRAKON [208]) в главный электронный источник сведений по биомедицинской литературе – Базе данных Medline и web-службе PubMed Национальной медицинской библиотеки США, предоставляющей свободный доступ к Medline.

РУССКИЙ ПЕРВООТКРЫВАТЕЛЬ ВЛАДИМИР ТАВРОВСКИЙ

Специалист по медицинским алгоритмам профессор Владимир Тавровский был первым, кто задумался над вопросами:

- Как устранить противоречие между информационным взрывом, в условиях которого работает врач, и его ограниченными возможностями?
- Как преодолеть информационный хаос во врачебной практике?
- Можно ли использовать медицинские алгоритмы для предотвращения ошибок врачей?

В 1970 годы его ответ прозвучал как гром среди ясного неба: «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы пове-

дения» [209]. Это очень важные слова, которые можно назвать *формулой Тавровского*.

По данным Тавровского, использование медицинских алгоритмов снижает число врачебных ошибок в пять раз (не на пять процентов, а в пять раз) [210].

Формула
Тавровского

«Клинический опыт и опыт управления медициной надо уложить в строгие алгоритмы поведения».

Замечательный русский ученый, главный врач туберкулезного диспансера Владимир Тавровский намного опередил свое время. Он изложил тщательно продуманный план всесторонней алгоритмизации медицины и завещал его своим последователям. Его труды и практические наработки являются источником вдохновения для многих специалистов по медицинской алгоритмизации. Формулу Тавровского нужно записать золотыми буквами в историю алгоритмической медицины.

ДВЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ЯЗЫКОМ

Следует различать два направления исследований в области медицинского языка, имеющие целью повышение безопасности пациентов. Первое изложено в данной книге; оно посвящено алгоритмизации медицинской литературы с помощью медицинского алгоритмического языка высокой точности.

Второе направление делает акцент на общении людей в системе «Врач – Пациент» и стремится помочь пациентам правильно и без ошибок понять указания врачей. Проблема в том, что профессиональный язык врачей слишком сложен и недоступен для неподготовленных пациентов. Во многих случаях советы и указания врачей понимаются больными с большим трудом или даже превратно, что может иметь опасные последствия. Следовательно, нужно упростить медицинский язык и создать упрощенный диалект, пригодный для общения с пациентами.

Исходя из этих соображений, создана Программа улучшения удобочитаемости текстов в науке и медицине PRISM (Program for Readability in Science and Medicine) [100]. Программа PRISM позволяет общаться с пациентами на понятном и удобочитаемом языке с целью обеспечения безопасности больных.

Подчеркнем, что два направления исследований являются самостоятельными и не пересекаются. Система PRISM не имеет никакого отношения к алгоритмизации медицинской литературы и не обеспечивает решения задач, рассматриваемых в данной книге.

ВЫВОДЫ

1. Понятие медицинского алгоритма является фундаментальным. Его следует положить в основу системы медицинского образования.
2. Медицина будущего – это алгоритмическая медицина высокой точности.
3. Для построения алгоритмической клинической медицины необходим медицинский алгоритмический язык высокой точности.
4. Решающую роль в создании алгоритмической медицины должно сыграть медицинское образование. Реформа должна быть всеобъемлющей и охватывать как преддипломное, так и последипломное образование.
5. Основой предлагаемой реформы должен стать медицинский алгоритмический язык высокой точности ДРАКОН.
6. Человеческий мозг в основном ориентирован на визуальное восприятие и люди получают информацию при рассмотрении графических образов быстрее, чем при чтении текста.
7. Студенты-медики и врачи быстрее получают и усваивают медицинскую информацию, если представить ее в виде эргономичных графических образов.
8. Прежние способы обучения врачей в значительной мере исчерпали себя и нуждаются в совершенствовании на основе широкого использования эргономичных графических алгоритмов.
9. Чтобы облегчить умственные усилия студентов и врачей при изучении медицины и ускорить процесс обучения, необходимо отказаться от текстового представления медицинских алгоритмов и заменить его на графическое представление. Имеется в виду представление на медицинском алгоритмическом языке высокой точности ДРАКОН.
10. Алгоритмическая и доказательная медицина являются взаимодополняющими. Они должны объединиться и превратиться в единое целое.

БЛЕСК И НИЩЕТА МЕДИЦИНЫ: СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЖЕРТВОПРИНОШЕНИЙ

ЧЕЛОВЕКУ СВОЙСТВЕННО ОШИБАТЬСЯ

Наш рассказ подходит к концу. Он является ответом и одновременно критикой ряда докладов Национальной академии медицины США (National Academy of Medicine). В них тщательно исследуются ошибки, которые неблагоприятно отражаются на больных. Это мягко сказано. Ошибки приводят к гибели, наносят людям увечья, причиняют страдания. Доклады полны драматизма, масштабы бедствия поражают воображение. В больницах США каждые полгода – в результате врачебных ошибок – гибнет больше людей, чем за всю вьетнамскую войну. Получается, что медицина убивает и калечит пациентов.

В это трудно поверить. Неужели такое возможно? Учитывая все сомнения, мы предлагаем проверить шокирующие утверждения. Перед вами точный перевод отрывка из доклада [1]. А чуть ниже подлинный английский текст. Так что читайте, сравнивайте и делайте выводы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ РУКОВОДСТВА

(точный перевод оригинала)

«Бетси Леман, журналистка газеты Бостон Глоб и автор медицинских обзоров, погибла от чрезмерной дозы во время химиотерапии. Вилли Кингу ампутировали не ту ногу. Восемилетний Бен Колб скончался в процессе малой хирургической операции из-за ошибки при подборе лекарств.

Подобные ужасные случаи, попадающие в заголовки газет, являются лишь верхушкой айсберга. Два крупных исследования, первое в штатах Колорадо и Юта, а второе в Нью-Йорке, обнаружили, что неблагоприятные для пациентов события произошли соответственно в 2,9% и 3,7% от

общего числа госпитализаций. В больницах штатов Колорадо и Юта 6,6% процента от числа неблагоприятных событий привели к смерти пациентов. В больницах штата Нью-Йорк смертельные случаи составили соответственно 13,6%. В обоих исследованиях свыше половины указанных неблагоприятных событий произошли в результате врачебных ошибок, которые можно было предотвратить.

Результаты исследований в больницах штатов Колорадо и Юта были экстраполированы на более чем 33,6 миллионов госпитализаций в больницах США в 1997 году. Экстраполяция показала, что каждый год, по меньшей мере 44 000 американцев умирают в результате медицинских ошибок. Аналогичная экстраполяция данных исследования в штате Нью-Йорк привела к выводу, что число смертей от врачебных ошибок может достигать ежегодно 98 000. Даже при использовании нижней оценки, количество смертей из-за врачебных ошибок превышает число, соответствующее 8-й ведущей причине смерти в США. В 1997 году от врачебных ошибок погибло больше людей, чем от дорожно-транспортных происшествий (43 458 человек), от рака молочной железы (42 297 человек), от СПИДа (16 516 человек).

Общий объем национальных расходов (потерянный доход, потерянная продукция в домохозяйствах, потери по инвалидности и расходы на лечение), вызванные предотвратимыми неблагоприятными событиями (врачебными ошибками, наносящими вред пациентам), по оценкам, составляет от 17 до 29 миллиардов долларов, из которых расходы на лечение составляют более половины.

С точки зрения потерянных жизней, безопасность пациентов является столь же важным вопросом, как и безопасность труда. Каждый год более 6000 американцев погибают от несчастных случаев на рабочем месте. Если брать только ошибки при медикаментозном лечении как в больницах, так и за их пределами, то они, по оценкам, составляют более 7000 смертей ежегодно» [211].

EXECUTIVE SUMMARY

The knowledgeable health reporter for the Boston Globe, Betsy Lehman, died from an overdose during chemotherapy. Willie King had the wrong leg amputated. Ben Kolb was eight years old when he died during “minor” surgery due to a drug mix-up.

These horrific cases that make the headlines are just the tip of the iceberg. Two large studies, one conducted in Colorado and Utah and the other in New York, found that adverse events occurred in 2.9 and 3.7 percent of hospitalizations, respectively. In Colorado and Utah hospitals, 6.6 percent of adverse events led to death, as compared with 13.6 percent in New York hospitals. In both of these

studies, over half of these adverse events resulted from medical errors and could have been prevented.

When extrapolated to the over 33.6 million admissions to U.S. hospitals in 1997, the results of the study in Colorado and Utah imply that at least 44,000 Americans die each year as a result of medical errors. The results of the New York Study suggest the number may be as high as 98,000. Even when using the lower estimate, deaths due to medical errors exceed the number attributable to the 8th-leading cause of death. More people die in a given year as a result of medical errors than from motor vehicle accidents (43,458), breast cancer (42,297), or AIDS (16,516).

Total national costs (lost income, lost household production, disability and health care costs) of preventable adverse events (medical errors resulting in injury) are estimated to be between \$17 billion and \$29 billion, of which health care costs represent over one-half.

In terms of lives lost, patient safety is as important an issue as worker safety. Every year, over 6,000 Americans die from workplace injuries. Medication errors alone, occurring either in or out of the hospital, are estimated to account for over 7,000 deaths annually [211].

ЧЕТЫРЕ ДОКЛАДА

Национальная академия медицины США подготовила не один, а четыре доклада, объединенные общей идеей и направленные на радикальное повышение качества медицинской помощи и безопасности пациентов:

- «Человеку свойственно ошибаться: создание более безопасной системы здравоохранения». Доклад 2000 года [1].
- «Прыжок через пропасть во имя качества: новая система здравоохранения для 21-го века» Доклад 2001 года [2].
- «Предотвращение лекарственных медицинских ошибок». Доклад 2007 года [3].
- «Улучшение постановки диагноза в здравоохранении» Доклад 2015 года [4].

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Во время написания этой книги произошло непредвиденное событие, которое может вызвать путаницу.

В 2015 году Институт медицины США (Institute of Medicine) был переименован в Национальную академию медицины США (National Academy of Medicine) [213]. Последняя является медицинским отделением Национальных академий наук, инженерии и медицины (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) [214].

Мы приносим извинения читателям, так как в книге появился разнобой: некоторые ссылки указывают на «Институт медицины», а другие на «Национальную академию медицины». Это одно и то же.

КАК БЕСПЛАТНО СКАЧАТЬ ОРИГИНАЛЫ ДОКЛАДОВ

Нет ничего проще. Доклады опубликованы американским издательством «The National Academies Press» [212]. Оно разрешает всем желающим бесплатно скачать электронную копию любых своих книг. Регистрироваться не нужно. Просто нажмите кнопку «Download free PDF».

Вот адреса для скачивания указанных выше Докладов

- <http://nap.edu/catalog/9728>
- <http://nap.edu/10027>
- <http://nap.edu/11623>
- <http://nap.edu/21794>

Знаете ли вы, что ...

2 июня 2011 года издательство Американских академий «The National Academies Press» объявило, что будет предоставлять полный текст всех своих книг (докладов) для бесплатного скачивания в формате PDF.

В ЧЕМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ НАША КРИТИКА

Доклады Национальной академии медицины (National Academy of Medicine) содержат чрезвычайно важную информацию. Они поставили в центр исследования исключительно трудную междисциплинарную проблему – проблему врачебных ошибок. В докладах предложена программа противодействия этому злу в интересах безопасности пациентов.

Наша критика состоит в том, что указанная программа является неполной и содержит ряд упущений. Причиной многих ошибок являются дефекты медицинского языка, несовершенство, неполнота и отсутствие медицинских алгоритмов, а также сопряженные с ними недостатки медицинской литературы и медицинского образования.

Наши предложения и содержание нашей книги не отменяют выводы Академии медицины, не противоречат им, а дополняют и уточняют их, ликвидируя серьезные пробелы, допущенные в этих выводах.

СКАЗАНИЕ О РУССКОМ ВИЛЛИ КИНГЕ

Американцу Вилли Кингу не повезло – ему ампутировали не ту ногу. Русскому Вилли Кингу тоже не позавидуешь – ему удалили не то легкое. Информацию об этой трагедии поведал преподаватель кафедры патологической анатомии КемГМА¹ Георгий Чернобай. Вот что он пишет:

«*Небрежность* – это некачественно выполненная врачом работа, способная нанести вред больному, ухудшить его состояние, а иногда привести к ятрогенной смерти.

В качестве примера привожу случай, произошедший в хирургическом отделении областного онкологического диспансера города *N*.

Больному раком лёгкого на операции ошибочно удалили здоровое лёгкое, оставив лёгкое, поражённое опухолью.

Основное заболевание комбинированное.

1. Ятрогения. *Пулumonэктомия правого здорового лёгкого* (дата) ошибочно осуществлена по поводу рака лёгкого.
2. Фоновая болезнь. Рак левого лёгкого (гистологическое исследование – плоскоклеточный ороговевающий, биопсия ..., дата), центральный, бронхогенный, верхушечного (S5) бронхолёгочного сегмента нижней доли, с распространением на S6.

Осложнения основного заболевания комбинированного.
Дыхательная и лёгочно-сердечная недостаточность.

Сопутствующая болезнь.

Хронический бронхит в стадии ремиссии» [29].

Где на русских просторах находится загадочный город *N*? Неизвестно. По-видимому, это секретные сведения. А как зовут русского страдальца? Ответа нет. Его имя мы, скорее всего, никогда не узнаем.

А где статистика врачебных ошибок по матушке России? Увы, нет такой статистики. Вот так и живем...

Ну, подумаешь, перепутали левое легкое с правым. С кем не бывает...

Левая, правая, где сторона?

Улица, улица, ты, брат, пьяна...

В ПОИСКАХ АНАЛОГИИ У АЦТЕКОВ

Благодаря исследованиям Института медицины мир с ужасом узнал, что каждый год десятки тысяч пациентов безвинно погибают из-за врачебных ошибок. Как можно объяснить эти массовые жертвы? Есть ли в истории

¹ Кемеровская государственная медицинская академия.

человечества что-либо подобное? Одной из возможных аналогий являются человеческие жертвоприношения у ацтеков в доколумбовой Америке. Ацтеки приносили людей в жертву во время каждого из 18 праздников своего священного календаря (рис. 127).

Обычно жертву приводили на верхнюю площадку огромной пирамиды. Здесь ее укладывали на каменную плиту, рассекали грудь, сердце извлекали и поднимали вверх, к Отцу-Солнцу, показывая божеству его «пищу». Кровь стекала в особый каменный сосуд – куаушикали (орлиную вазу), куда бросали и сердце [214а].



Рис. 127. Жертвоприношение у ацтеков

Ацтеки считали себя «народом Солнца», богоизбранным народом, от которого зависит судьба мира. Жестокие войны и кровавый ритуал оправдывались священной целью – напоить, накормить Солнце кровью, чтобы поддержать существование мира. Такие рассуждения лежали в основе религии ацтеков, призванной оправдать практику человеческих жертвоприношений [214б].

Согласно их мудрым жрецам, чтобы солнце имело достаточно сил и могло беспрепятственно двигаться по небосклону, «его жизнь необходимо поддерживать самой дорогой ценой, какую может заплатить человек, – кровью человеческой» [214б]. Ацтеки свято верили в фатальность, трагическую предопределенность судьбы мира – если не поить Солнце кровью, оно погаснет и мир исчезнет.

Отголоски этих древних предрассудков сохранились до XX века. Известный психиатр Карл Густав Юнг (1875–1961) вспоминает:

«Религиозный вождь индейцев Таоспуэбло... однажды сказал мне: «Американцам стоило бы перестать теснить нашу религию, потому что, когда она исчезнет, когда мы не сможем помочь нашему Отцу-Солнцу двигаться по небу, то и американцы, и весь мир через десять лет увидят, как перестанет восходить солнце»» [214в].

Ацтеки опасались, что Солнце может исчезнуть с небосвода. Они твердо знали, что для предотвращения всемирной катастрофы нужна кровь и человеческие жертвы. Не будет крови – не будет Солнца и наступит вечный мрак.

Современная медицина также, несомненно, имеет свои не менее веские основания и, по-видимому, опирается на какую-то догму, оправдывая врачебные ошибки тем, что «на ошибках учатся», «не ошибается тот, кто ничего не делает», «только через грустный опыт отстаивается золотой фонд медицины» или что-нибудь в таком роде.

СОЦИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ЖЕРТВОПРИНОШЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

Итак, врачебные ошибки (которые можно предотвратить!) отправляют на тот свет от 44 до 98 тысяч американцев в год. Назовем эту группу «обреченные». По отношению к населению США «обреченные» составляют меньшинство. В демократическом обществе обреченные, как и другие меньшинства, имеют права.

Какое меньшинство можно выбрать в качестве аналога? По-видимому, это инвалиды и пациенты. Права инвалидов указаны в «Конвенции о правах инвалидов», принятых Генеральной Ассамблеей ООН 13 декабря 2006 года [213]. Права пациентов (patient rights) определены в докладе Академии медицины, где говорится, что «игнорирование этих прав может иметь летальные последствия» [214].

Парадокс в том, что обреченные лишены возможности постоять за себя. Врачебные ошибки, приводящие к летальному исходу, происходят случайным образом. Жертвы также выбираются случайно. Следовательно, пока люди живы, никто из них не знает, не может знать и не догадывается, что они обречены. По этой причине идентификация принадлежности к группе может быть произведена только посмертно, когда уже бессмысленно говорить о борьбе за «свои законные права и интересы».

Что отсюда следует? Врачебные ошибки, повлекшие смерть больных – случайные события. Их гибель не была преднамеренной. Ее никто не планировал. Для простоты будем считать, что подобные смертельные случаи подчиняются закону больших чисел. Закон больших чисел в теории вероятностей утверждает, что эмпирическое среднее (среднее ариф-

метическое) достаточно большой конечной выборки из фиксированного распределения близко к теоретическому среднему (математическому ожиданию) этого распределения.

Общий смысл закона больших чисел – совместное действие большого числа одинаковых и независимых случайных факторов приводит к результату, в пределе не зависящему от случая.

По-видимому, можно считать, что смертельные врачебные ошибки являются закономерным следствием того обстоятельства, что бурное развитие медицины осуществляется вслепую и стихийно. Никто не мог предвидеть, что неконтролируемое стихийное развитие медицины приведет к негативным побочным социальным последствиям. Негативные последствия заключаются в том, что появилась социально значимая группа «обреченных», численность которой измеряется десятками тысяч человек в год.

Никто не хотел и не хочет смерти этих людей. И тем не менее она произошла и происходит. Смерть обреченных является неожиданной платой за стремительный прогресс медицины. Ту же мысль можно выразить другими, более рельефными словами. Медицина приносит группу обреченных в жертву во имя прогресса и общего блага (блага большинства): «Чтобы помочь многим, медицина убивает немногих».

Выводы

1. В основе современной медицины лежит противоречие. Сущность противоречия выражается словами: «чтобы помочь многим, медицина убивает немногих». Понятие «немногие» означает, что речь идет о десятках тысяч убитых каждый год.
2. Справедливо выражение «блеск и нищета современной медицины». Слово «блеск» говорит о замечательных успехах здравоохранения; «нищета» указывает на неспособность медицины остановить нескончаемые убийства пациентов.
3. Серьезное изучение проблемы безопасности пациентов и проблемы врачебных ошибок началось с опубликования докладов Национальной академии медицины США.
4. Заслуга Академии медицины США состоит в том, что:
 - предложены методы количественного измерения,
 - разработаны некоторые меры по решению проблемы, причем результаты решения поддаются количественному измерению и контролю.
5. Академия медицины не предложила исчерпывающего решения проблемы; она лишь обосновала необходимость научного решения и предложила первые (хотя и явно недостаточные) меры по ее решению.

6. В данной книге мы внесли предложения, дополняющие и развивающие комплекс мер, разработанных Национальной академией медицины.
7. Наши предложения направлены на устранение недостатков медицинского языка и алгоритмизацию медицинской литературы.

Заключение

КАКОЙ БУДЕТ МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО

НОВЫЕ ЗАДАЧИ И КОНТУРЫ ГРЯДУЩЕГО

Медицинская помощь доступна каждому, доступна миллионам людей. Стремительное расширение масштабов оказания помощи сопряжено с потерями. Прогресс имеет теневую сторону, которую медицина в течение длительного времени старалась не замечать. На рубеже третьего тысячелетия выяснилось, что оборотной стороной прогресса являются загубленные жизни – десятки тысяч пациентов погибают каждый год от врачебных ошибок. Ошибок, которые можно предотвратить. Медицинское сообщество пришло к выводу, что это слишком дорогая и недопустимая цена.

Задача состоит в том, чтобы спасти этих несчастных и обеспечить безопасность пациентов.

В докладах Национальной академии медицины США предложен ряд мер для решения задачи. Однако эти меры недостаточны. По нашему мнению, необходима дополнительная система мер; к их числу относятся:

- реформа профессионального медицинского языка и расширение его возможностей с помощью визуального медицинского алгоритмического языка;
- создание медицинского алгоритмического языка высокой точности;
- реформа системы медицинского образования на основе медицинского алгоритмического языка высокой точности ДРАКОН;
- алгоритмизация медицинской литературы;
- стандартизация представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе.

В книге мы попытались доказать, что медицина будущего изменит свой облик и превратится в алгоритмическую медицину высокой точности. Наши доказательства и предположения выносятся на суд читателей.

КРИТИКА ТРАДИЦИОННЫХ ПОДХОДОВ

Все виды медицинской литературы, в которых трактуются, разъясняются или описываются медицинские алгоритмы, устарели. Это означает, что в той или иной степени устарели и нуждаются в совершенствовании:

- медицинские учебники,
- медицинские стандарты,
- медицинские руководства,
- клинические рекомендации,
- протоколы и пр.

Суть в том, что устарело прежнее понимание и прежние способы записи медицинских алгоритмов. Они должны уступить место медицинским алгоритмам высокой точности.

Древние, но живучие привычки ставят непреодолимый барьер для большинства врачей, которые хотят научиться выражать свои процедурные медицинские знания, мысли и планы в форме медицинских алгоритмов.

Традиционные формы представления медицинских алгоритмов отжили свой век и должны сойти со сцены. Именно они несут ответственность за господствующую в медицинской профессии алгоритмическую неграмотность и значительную часть врачебных ошибок.

КАКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛУЧЕНЫ

- Предложен новый способ записи медицинских алгоритмов – *ДРАКОН-схемы (дракон-алгоритмы)*.
- Благодаря этому новшеству медицинские алгоритмы становятся значительно более понятными, общедоступными, удобочитаемыми, кристально ясными, высокоточными.
- Использование ДРАКОН-схем позволяет повысить производительность труда при разработке, анализе, проверке и сертификации медицинских алгоритмов (по-видимому, в несколько раз).
- ДРАКОН-схемы облегчают и ускоряют обучение медицинской профессии и медицинской алгоритмизации.
- Новый способ записи алгоритмов дает возможность коренным образом изменить систему медицинского образования в области алгоритмизации медицинской литературы.

Можно предположить, что внедрение ДРАКОН-схем в массовую медицинскую практику поможет обеспечить ликвидацию алгоритмической неграмотности врачей и повысить безопасность пациентов.

ЗАЧЕМ НАПИСАНА ЭТА КНИГА

В этой книге мы попытались:

- Показать, что профессиональный медицинский язык имеет дефекты, порождающие врачебные ошибки.
- Наметить контуры настоятельных преобразований, в которых нуждается современная медицинская литература.
- Сосредоточить внимание на алгоритмизации медицинской литературы, оставив медицинские программирование, медицинские экспертные и информационные системы за рамками книги.
- Провести четкую грань между алгоритмизацией в старом смысле слова и медицинскими алгоритмами высокой точности;
- Создать языковые средства, обеспечивающие максимально возможную точность и понятность медицинских алгоритмов. И за счет этого сократить число врачебных ошибок и повысить безопасность пациентов.
- Разъяснить и подробно описать медицинский алгоритмический язык высокой точности ДРАКОН (DRAKON).
- Обосновать необходимость реформы системы медицинского образования как преддипломного, так и последипломного. Содержание реформы подробно изложено в книге и выносятся на суд читателей.

ДОСТУПНОСТЬ, ПОНЯТНОСТЬ, УДОБОЧИТАЕМОСТЬ И ТОЧНОСТЬ МЕДИЦИНСКИХ АЛГОРИТМОВ

При разработке способов записи медицинских алгоритмов обычно выдвигается ряд требований. К сожалению, среди них, как правило, отсутствует самое важное для человека:

Медицинские алгоритмы должны быть удобными для человеческого зрительного восприятия, легкими для запоминания и комфортными для человеческого мышления. Они должны быть понятными, доступными и удобочитаемыми.

Слово «понятные» следует пояснить. Нужны не просто понятные, а *в высшей степени* понятные алгоритмы. Это значит, что (в пределах возможного) должен выполняться принцип: «Взглянул – и сразу понял!», «Посмотрел – и мигом во всем разобрался!».

С учетом этих пояснений вводится термин «критерий сверхвысокого понимания».

Отличие языка ДРАКОН состоит в том, что язык должен удовлетворять данному критерию. Это значит, что требование доходчивости, восприимчивости и удобопонятности алгоритмов рассматривается как *главное, приоритетное, наиболее важное*.

Второе требование – точность. Отсутствие необходимой точности алгоритмов, недостаточная формализация – бич современной медицины.

- Большинство медицинских алгоритмов представлено в мировой медицинской литературе в виде текста на естественном языке. Это недопустимо, ибо обычный язык не пригоден для записи безошибочных алгоритмов.
- Широко распространенное использование медицинского языка для записи медицинских алгоритмов является некорректным (безграмотным). В этом одна из причин врачебных ошибок.
- Понятие алгоритма вступает в противоречие с идеалами и нормами сложившихся представлений о медицинской науке, с историческими традициями и неформальным стилем медицинской литературы.

Чтобы выполнить указанные требования, одной математики мало. В связи с этим предложен *принцип невидимой математики*, удовлетворяющий требованиям как математики, так и когнитивной эргономики. Последняя нужна, чтобы создать алгоритмы с человеческим лицом, сделать их понятными, доступными, удобочитаемыми, удобными для восприятия, запоминания и мышления.

КОГНИТИВНАЯ ЭРГОНОМИКА

Язык ДРАКОН имеет две опоры. Первая – математика. Вторая – психология, точнее, когнитивная эргономика. Именно эргономика позволяет сделать медицинские алгоритмы изящными и доступными. При создании ДРАКОНа был использован научный подход к эргономизации нотаций и конструкций языка. Такой подход позволил улучшить визуальные образы языка (визуальные формы фиксации знаний), согласовав их с тонкими характеристиками глаза и мозга. Тонкими, но хорошо известными в когнитивной эргономике, психофизиологии, нейробиологии.

Когнитивная эргономика позволила преобразовать неудобные и устаревшие блок-схемы (flowcharts) в элегантные очертания приятных и доходчивых дракон-схем.

- С появлением дракон-схем разработка медицинских алгоритмов существенно облегчается.
- ДРАКОН – качественно новый этап работы с медицинскими алгоритмами.

ДРАКОН-КОНСТРУКТОР

Дракон-конструктор – услужливый помощник врача. Эта компьютерная программа способна оказать человеку огромную помощь при создании алгоритмов.

Внутри программы спрятана сложная математика, но прелесть в том, что пользователю знать эту математику не нужно. Чтобы обеспечить максимальные удобства для человека, большинство функций по созданию алгоритмов (кроме творческих операций) берет на себя дракон-конструктор.

Конструктор осуществляет автоматическое доказательство правильности дракон-схем, гарантируя невозможность нарушения графических правил ДРАКОНа. Конструктор значительно повышает производительность труда при разработке медицинских алгоритмов.

ГДЕ СКАЧАТЬ ДРАКОН-КОНСТРУКТОР

Ответ дан в главе 17.

Не исключено, что к моменту выхода этой книги на сайте «Визуальный язык ДРАКОН» <http://drakon.su> и форуме <http://forum.oberoncore.ru/viewforum.php?f=77> появится новая информация о разработке общедоступных программ языка ДРАКОН.

См. также энциклопедию «Википедия», статьи «ДРАКОН», «DRAKON» и «Медицинский алгоритм».

Как связаться с автором?

Электронная почта: vdp2007@bk.ru

Тел. 8 (495) 331-50-72

8 (916) 111-91-57

Послесловие

ОТЗЫВЫ ВРАЧЕЙ ЛИТОВСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Откровенно говоря, мне совсем не нравится название этой книги. Хотя я хорошо понимаю замысел издателей таким образом привлечь внимание читателей. Название не нравится потому, что на протяжении своей долгой клинической практики я не встречала врачей, медсестер или акушерок, которые сознательно бы калечили или убивали своих пациентов.

Ошибки и даже смертельные были, есть и наверно ещё долго будут. Но стоит ли обвинять в этом врачей и других медицинских работников? Корень этой крайне сложной и острой проблемы кроется не в ошибках отдельных людей, а в несовершенстве системы здравоохранения в целом, в системных и структурных недостатках организации медицинской помощи населению. Приходится признать, что указанные причины, а также тот факт, что несмотря на значительные успехи современной медицинской науки, уровень нашего незнания по-прежнему велик и пока еще не может обеспечить гарантированную безопасность всех без исключения пациентов.

Безопасность пациентов (*patient safety*) как научная проблема в последнее время становится все более актуальной. В 2001 году Кирилл Чентлер (*Cyril Chantler*) в журнале *Lancet* писал: «Раньше медицина была простой, неэффективной и довольно безопасной. Сейчас она стала сложной, эффективной и потенциально опасной».

В октябре 2004 года Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) создала программу обеспечения безопасности пациентов в ответ на Резолюцию Всемирной ассамблеи здравоохранения (2002 г.)¹. В указанной Резолюции государствам-членам ВОЗ настоятельно рекомендуется уделять самое пристальное внимание безопасности пациентов. Последняя подразумевает комплексную систему мероприятий, позволяющих избежать нанесения вреда и нарушения состояния пациентов в процессе лечения.

Чтобы обеспечить безопасность больных в ходе лечебно-диагностического процесса, необходимо тщательно соблюдать принципы командной работы врачей, строго выполнять стандарты, клинические рекомендации,

¹ <http://www.who.int/patientsafety/about/ru/>

протоколы и алгоритмы, подготовленные на основании доказательной медицины и хорошей клинической практики. Необходима также постоянная коммуникация между членами медицинской команды, используя стандартные термины, единые системы оценки и контроля, регулярный аудит индикаторов хорошей клинической практики и безопасности услуг.

К сожалению, система здравоохранения еще не имеет такого уровня безопасности, который уже достигнут в атомной энергетике или авиации. Не случайно автор книги проводит аналогию между эргономичным представлением информации для оператора атомной электростанции и эргономичным представлением медицинских алгоритмов. Эргономичность алгоритмов, как средство предотвращения врачебных ошибок – плодотворная идея, лежащая наряду со строгой формализацией в основе визуального, дружелюбного пользователю языка ДРАКОН.

В 2011 году специалисты Литовского университета наук здравоохранения (созданного на основе Каунасского медицинского университета) и медицинского учебного Центра исследования кризисов приступили к изучению языка ДРАКОН. Постепенно и систематически мы начали переводить на этот язык уже существовавшие, известные ранее медицинские алгоритмы. Накопив опыт алгоритмизации и почувствовав вкус к этой работе, мы с энтузиазмом приступили к разработке и детализации новых ДРАКОН-алгоритмов в области неотложной медицины, травматологии, экстренных акушерских состояний, реанимации новорожденных и неонатологии.



Врач неотложной помощи Лаймонас Мишейкис (справа) анализирует дракон-алгоритм «Интубация пациента»

Результаты проведенных исследований и разработок, а также законченные ДРАКОН-алгоритмы представлены в наших учебниках «Начальная неотложная акушерская помощь», «Специализированная реанимация новорожденных», «Неотложная медицинская помощь», «Травма».

Тщательно разработанные алгоритмы на языке ДРАКОН мы успешно используем не только в нашей повседневной клинической практике, но и в преддипломном и последипломном обучении. А также в международных проектах.

В последнее время большое внимание уделяется симуляционному обучению². Нашими специалистами разработан метод дистанционного симуляционного обучения нового поколения – гибридная лаборатория HybridLAB <http://www.hybridlab.com/>. Существенную часть этого проекта составляет представление медицинских алгоритмов на языке ДРАКОН.

Представляю на суд читателей отзывы коллег, непосредственно руководивших группами литовских специалистов, проектирующих и разрабатывающих медицинские алгоритмы на языке ДРАКОН в разных областях здравоохранения. Мне кажется, они хорошо отражают накопленный в Литве передовой опыт медицинской алгоритмизации и могут дать богатую пищу для размышлений.

Доктор медицинских наук Паулюс Добожинскас, исполнительный директор медицинского Центра исследования кризисов отмечает:

«Применение языка ДРАКОН действительно помогает в создании и описании сложных, динамичных решений медицинских проблем. Тем самым значительно облегчается проведение стандартизированного симуляционного обучения, внедряя культуру безопасности пациентов и принципы качественного оказания медицинских услуг в масштабах медицинского учреждения, региона или государства».

Заведующий кафедрой экстремальной медицины Литовского университета наук здравоохранения (ЛУНЗ) профессор, доктор медицинских наук Динас Вайткайтис:

«Язык ДРАКОН даёт ясность и чёткость процессам, применяемым в медицине. Он позволяет «автоматизировать» обучение студентов практическим навыкам. Может стать основой для технологии принятия клинических решений».

Профессор, доктор медицинских наук Миндаугас Ключинскас, акушер-гинеколог, заведующий отделением родовспоможения клиники ЛУНЗ:

² Симуляционное обучение в медицине / Под редакцией профессора Свистунова А. А. Составитель Горшков М. Д. – М.: Издательство Первого МГМУ им. И. М. Сеченова, 2013. – 288 с. – http://rosomed.ru/kniga/Simulationnoe_obucheniye_v_medizine.pdf

«Язык ДРАКОН позволяет систематизировать процессы с минимальным применением текста – как при организации работы, так и при выполнении медицинских процедур. Он помогает всем одинаково понимать и выполнять конкретные действия, придерживаясь определённого порядка. Позволяет ускорить запоминание действий. В особенности его польза проявляется во время оказания действий неотложной помощи, когда нет необходимости в глубоком мышлении, а успех определяется своевременным и точным выполнением алгоритма».

Профессор, доктор медицинских наук Жильвинас Дамбраускас, абдоминальный хирург, руководитель «команды травмы»:

«По моему мнению, огромным преимуществом языка ДРАКОН является то, что он позволяет конкретно выявить все этапы процедуры или процесса. И затем каждый этап выполнять последовательно, применяя принцип «шаг за шагом». Это похоже на методику подготовки спортсменов – мысленно можешь повторить процесс этап за этапом, а затем каждый этап разделить на шаги, получая своеобразную цепочку умственных действий (или мантру), в соответствие с которой процедуру или процесс можно выполнить мысленно, а затем и в реальности. ДРАКОН является инструментом мысленной тренировки (*mental training*)».



Врач анестезиолог-реаниматолог Бируте Кумпайтене (слева) проверяет дракон-алгоритм «Открытие дыхательных путей руками и вентиляция легких мешком Амбу с маской»

Бирите Кумпайте, врач анестезиолог-реаниматолог:

«Польза языка ДРАКОН для разрабатывающего алгоритм автора состоит в том, что проявляется, кристаллизуется и стандартизируется каждый навык, каждая процедура. Польза для обучающегося – это ясный путь выполнения действий. ДРАКОН дает ответ на вопросы «что делать, если...», то есть подробно разъясняет конкретные методы решения различных ситуаций».

Доцент, доктор медицинских наук Аушряле Кудрявичене, неонатолог:

«Язык ДРАКОН – отличный инструмент для обучения практическим навыкам и их стандартизации. Он позволяет выявить все, даже мельчайшие, но очень важные действия. Он дает возможность понять и выполнить некоторые действия и процедуры даже не медику, даже человеку без медицинского образования».

Айсте Вилейките, сотрудник Центра исследования кризисов:

«Применение языка ДРАКОН позволяет стандартизировать и эргономично представить самую сложную процедуру. Иногда кажется, что при общении специалисты используют один и тот же язык; кажется, что мнения специалистов полностью совпадают и все процедуры выполняются одинаково. Здесь, однако, возникает парадокс. Как только устные мнения излагаются письменно, «на бумаге», неожиданно выявляются разночтения, возникает немало противоречий, трудностей и дискуссий. ДРАКОН позволяет устранить подобные неприятности, потому что он вносит однозначность. Если всё правильно описано на ДРАКОНе, значит, всё будет отлично выполнено. Для многих процедур особенно важна последовательность выполнения. Выполняя действия по ДРАКОН-алгоритмам, «не проскочишь» их последовательности, всё сделаешь оптимально. В хорошо подготовленных алгоритмах все без исключения шаги важны. Нет определения «это само собой понятно, поэтому не описано». Например: начиная процедуру «Вымой руки», вначале «Подготовь рабочее место» и т. п. Это позволяет правильно и успешно выполнить действие с первого раза».

Мы благодарны Владимиру Паронджанову за превосходный инструмент, помогающий снизить риск роковых ошибок в нашей повседневной работе. Вместе с тем, необходимо подчеркнуть, что впереди еще много работы.

В предисловии к данной книге профессор, доктор медицинских наук, член-корреспондент Российской академии наук Геннадий Порядин сформулировал и обосновал фундаментальную и одновременно практически

значимую проблему – проблему алгоритмизации медицины на основе медицинского алгоритмического языка высокой точности ДРАКОН. Одновременно он указал на трудности, лежащие на этом пути.

Во-первых, алгоритмизация медицины подразумевает значительную перестройку системы медицинского образования и перевод ее на алгоритмический путь. Во-вторых, потребуется ликвидировать широко распространенную алгоритмическую неосведомленность медицинского персонала. В-третьих, знание алгоритмического языка высокой точности (языка ДРАКОН) становится необходимым условием обучения медицине. Оно становится таким же обязательным для студента-медика, как и освоение латинского языка.

Профессор Порядин указывает, что подобное требование раньше никогда не выдвигалось, оно появляется впервые. Реализация данного требования сопряжена с немалыми издержками, продолжает Порядин, поскольку речь идет об изменении способа профессионального мышления медиков, в ходе которого прежняя неформальная парадигма клинического мышления постепенно уступает место новой, более строгой алгоритмической парадигме.

Я разделяю мнение профессора Порядина о необходимости кардинальных перемен. Мне кажется, что накопленный в Литве практический **положительный опыт использования языка ДРАКОН для представления сложных и разнообразных медицинских алгоритмов может послужить серьезной основой для принятия крупных структурных решений руководителями здравоохранения и системы медицинского образования в области алгоритмизации медицины.**

Рута Йоланта Надишаускене

Профессор, доктор медицинских наук,
Заведующая клиники Акушерства и гинекологии Литовского
университета наук здравоохранения,
Главный специалист по Акушерству и гинекологии Литовской
республики,
Эксперт Всемирной организации здравоохранения,
Почетный член Королевского колледжа Акушерства и
гинекологии

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] To Err is Human: Building a Safer Health System / Linda T. Kohn, Janet M. Corrigan, and Molla S. Donaldson, editors. – Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine. 2000. – 312 p. – ISBN 0-309-06837-1 – <http://www.nap.edu/catalog/9728.html>
- [2] Crossing the Quality Chasm: a New Health System for the 21st Century. – Committee on Quality Health Care in America, Institute of Medicine. 2001. – xxi + 337 p. – 364 p. – ISBN: 0-309-51193-3 – <http://www.nap.edu/catalog/10027.html>
- [3] Preventing Medication Errors: Quality Chasm Series / Philip Aspden, Julie Wolcott, J. Lyle Bootman, Linda R. Cronenwett, Editors. – Committee on Identifying and Preventing Medication Errors. Board on Health Care Services. Institute of Medicine. 2007. – 480 p. – ISBN 978-0-309-10147-9. – <http://nap.edu/11623>
- [4] Improving Diagnosis in Health Care. / Erin P. Balogh, Bryan T. Miller, and John R. Ball, Editors. – Committee on Diagnostic Error in Health Care. Board on Health Care Services. Institute of Medicine. 2015. – The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. – 472 p. – ISBN 978-0-309-37769-0. – <http://nap.edu/21794>
- [5] Patient Safety and Quality Improvement Act // Wikipedia. [2009–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Patient_Safety_and_Quality_Improvement_Act
- [6] An Act To amend title IX of the Public Health Service Act to provide for the improvement of patient safety and to reduce the incidence of events that adversely effect patient safety. – <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-109s544enr/pdf/BILLS-109s544enr.pdf>
- [7] Медицина в афоризмах и крылатых выражениях от истоков до наших дней. / Ачкасов Е. Е., Мискарян И. А., – М.: «Профиль-2С», 2009. – 448с. – С. 198. – ISBN 978-5-903950-02-7.

- [8] Паронджанов В. Д. Занимательная информатика, или Волшебный Дракон в гостях у Мурзика. – М.: Росмэн, 2000. – 160 с. – ISBN 5-257-00929-3. – http://drakon.su/_media/biblioteka_1/zanim_inf_optimizaci-ja1_.pdf
- [9] Форумы сайта «Визуальный язык ДРАКОН». – <http://forum.oberon-core.ru/viewforum.php?f=77>
- [10] Специализированная реанимация новорожденного. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 396 с. – С. 280–281.
- [11] Цит. по: Роль человеческого фактора в языке. Язык и картина мира. / Б. А. Серебренников, Е. С. Кубрякова, В. И. Постовалова и др. / Под ред. Б. А. Серебренникова. – М.: Наука, 1988. – 216 с. – С. 202. – ISBN 5-02-010880-4.
- [12] Клинические рекомендации. Офтальмология. / под редакцией Л. К. Мошговой, А. П. Нестерова, Е. А. Егорова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 256 с. – С. 109. – ISBN 978-5-9704-0872-8.
- [13] Intravenous fluid therapy. Intravenous fluid therapy in adults in hospital. Clinical Guideline CG174. Methods, evidence and recommendations. – National Clinical Guideline Centre. Commissioned by the National Institute for Health and Care Excellence. NICE United Kingdom. December 2013. – 194 p. – <http://www.nice.org.uk/guidance/cg174/resources/cg174-intravenous-fluid-therapy-in-adults-in-hospital-guideline2> – См. примеры важных, но неэргономичных графических алгоритмов на стр. 42, 68, 92, 129, 148, 156.
- [14] UK Ambulance service clinical practice guidelines (2006). / Editors: Joanne D. Fisher, Simon N. Brown, Matthew W. Cooke. – Issued October 2006. – 428 p. – ISBN 1-84690-060-3. – http://www2.warwick.ac.uk/fac/med/research/hsri/emergencycare/prehospitalcare/jrcalcstakeholderwebsite/guidelines/clinical_guidelines_2006.pdf – См. примеры алгоритмов на стр. 139, 141, 146, 147, 152, 298, 338, 396, 401, 409.
- [15] Michael A. Weber at al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community. A statement by the American society of hypertension and the International society of hypertension. – Journal of clinical hypertension. Volume 16, Issue 1. (2014). – Article first published online: 17 dec 2013, pp. 1–13. – URL: http://www.ash-us.org/documents/ash_ish-guidelines_2013.pdf – См. пример важного, но неэргономичного графического алгоритма на стр. 7.
- [16] Dean S. Hartley. The language of algorithms. – In: Textbook of treatment algorithms in psychopharmacology / edited by Jan Fawcett, Dan J. Stein, and Kenneth O. Jobson. – John Wiley & Sons, 1999. – 205 p. – ISBN 0-471-98109-5. – <https://home.comcast.net/~dshartley3/PSYCHALG/PSY-CHALG.HTM>.

- [17] Nurit Barak, Carmi Z. Margolis, Lawrence K. Gottlieb. Text-to-algorithm conversion to facilitate comparison of competing clinical guidelines. – *Medical Decision Making*. 1998. Volume 18. No 3. July-Sept. pp. 304–310. – <http://umg.umdj.edu/smdm/pdf/18-03-304.pdf>
- [18] Algorithms. Updated consensus guidelines for managing abnormal cervical cancer screening tests and cancer precursors. – American Society for Colposcopy and Cervical Pathology, April 2013. – 24p. – <http://www.asccp.org/portals/9/docs/algorithms%207.30.13.pdf>
- [19] Decision making in medicine: an algorithmic approach / edited by Stuart B. Mushlin, Harry L. Greene II. – Third edition. – Mosby Elsevier, 2010 – ISBN 978-0-323-04107-2. – xvi + 726 p. – <http://sgh.org.sa/Portals/0/Articles/Decision%20Making%20in%20Medicine-%20An%20Algorithmic%20Approach.pdf>
- [20] Texas medication algorithm project. Procedural manual. Bipolar disorder algorithms. / M. Lynn Crismon, Tami R. Argo, Sherrie D. Bendele, Trisha Suppes. – Texas Department of State Health Services. 2007. – 63 p. – <http://www.cardinalinnovations.org/docs/TIMABDman2007.pdf>
- [21] BMA. Family Doctor Home Adviser. BMA Consulting Medical Editor Dr. Michael Peters. Fifth edition fully revised and updated. – Publisher: Dorling Kindersley Publishers, Ltd. London. 2012. – 296 p. – pp. 42–284.
- [22] BMA. When Your Child is Ill: A Home Guide for Parents (BMA Family Doctor) by Bernard Valman (Author). – Publisher: Dorling Kindersley. Third Edition. 2008. – 216 p.
- [23] Поликлиническая терапия. Учебник. Под ред. И. Л. Давыдкина, Ю. В. Щукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 688 с.
- [24] Практическое руководство для врачей общей (семейной) практики / Под ред. академика РАМН И. Н. Денисова. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 720 с. – ISBN 5-9231-0050-9.
- [25] Казанцев А. П., Казанцев В. А. Дифференциальная диагностика инфекционных болезней. Руководство для врачей. – М. Изд. Медицинское информационное агентство, 2013. – 496с. – С. 119–463.
- [26] Ваш семейный доктор. Домашний советчик. Перевод с английского. / Предисловие А. И. Воробьева, Н. Е. Шкловского. – М.: Мир, 1992. – 319 с. – ISBN 5-03-001167-6.
- [27] Теоретические основы языка ДРАКОН // Паронджанов В. Д. Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 520 с. – С. 425–472. – ISBN 978-5-94074-800-7 – http://drakon.su/_media/biblioteka_1/01

- [28] To Err is Human: Building a Safer Health System / Linda T. Kohn, Janet M. Corrigan, and Molla S. Donaldson, editors. – Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine. 2000. – 312 p. – P. 51.
- [29] Чернобай Г. Н. Медицинский диагноз. Лекция для интернов, ординаторов разных специальностей. – Кемеровская медицинская академия. – 66 с. – С. 46. – http://www.kemsma.ru/counter/Patanatomia_Diag.pdf
- [30] Медицина, 2009. – С. 196.
- [31] Медицина, 2009. – С. 198.
- [32] Медицина, 2009. – С. 366.
- [33] Медицина, 2009. – С. 369.
- [34] Medical errors // Wikipedia. [2004–2015]. https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_error.
- [35] Медицина, 2009. – С. 366.
- [36] Медицина, 2009. – С. 369.
- [37] About the Institute of Medicine. – <http://iom.nationalacademies.org/About-IOM.aspx>
- [38] To Err is Human, 2000. – P. 1, 26, 31.
- [39] Hayward R. A., Hofer T. P. Estimating Hospital Deaths Due to Medical Errors: Preventability Is in the Eye of the Reviewer // JAMA: the Journal of the American Medical Association. – July 25, 2001, Vol. 286, No. 4. – pp. 415–420. – <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=194039>
- [40] To Err is Human, 2000. – P. 1.
- [41] To Err is Human, 2000. – P. 42.
- [42] Regional Strategy for Patient Safety in the WHO South-East Asia Region. World Health Organization. Regional Office for South-East Asia. Indraprastha Estate, Mahatma Gandhi Marg, New Delhi. India. 2015. – vi + 71 p. – P. 2, 3.
- [43] Guide for Developing National Patient Safety Policy and Strategic Plan. Patient Safety Unit / Health Systems and Services Cluster. World Health Organization. Regional Office for Africa. Brazzaville. 2014. – ix + 35 p. – P. V, 1–12.
- [44] Восьмой форум по вопросам будущего. Управление безопасностью пациентов. Эрпфендорф, Австрия, 28–29 апреля 2005 г. – Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. Copenhagen, Denmark, 2006. – 38 с. – С. 3.
- [45] Hayward 2001.

- [46] Regional Strategy 2015.
- [47] Guide 2014.
- [48] Восьмой форум 2006.
- [49] Interim Report on the Study of Patient Safety in Maryland. Executive Summary. – Maryland Health Care Commission. 2002. – pp. 71–73. – http://mhcc.dhmh.maryland.gov/patientsafety/Documents/patient_safety/patientsirpt.pdf
- [50] Guide 2014. – P. 2.
- [51] Sharpe V.A. Promoting Patient Safety. An Ethical Basis for Policy Deliberation. A Special Supplement to the Hastings Center Report. 2003. – 20 p.
- [52] Jewell K., McGiffert L. To Err is Human – To Delay is Deadly. Ten years later, a million lives lost, billions of dollars wasted. – Consumers Union’s Safe Patient Project. 2009. – 13 p.
- [53] Паронджанов В. Д. Можно ли улучшить медицинский язык? // Человек. 2016, №1. – С. 105–122. – http://drakon.su/_media/11._mozhno_li_uluchshit_medicinskij_jazyk_.pdf
- [54] Гиппократ. Избранные книги. Перевод с греч. проф. В. И. Руднева. – М.: Биомедгиз, 1936. – 736 с. – С. 87.
- [55] World Medical Association. Declaration of Geneva. – <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/g1/>
- [56] Алиев Т. М., Вигдоров Д. И., Кривошеев В. П. Системы отображения информации. – М.: Высшая школа, 1988. – 223 с.
- [57] Венда В. Ф. Средства отображения информации. Средства отображения информации. Эргономические исследования и художественное конструирование. – М.: Энергия, 1969. – 303 с.
- [58] Венда В. Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. – М.: Машиностроение, 1982. – 344 с.
- [59] Man-Machine Interface in Nuclear Industry. Conference Proceedings. Tokyo, 15–19 Febr. 1988. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 1988.
- [60] Алиев 1988. – С. 10, 57–64.
- [61] Основы инженерной психологии / Б. А. Душков, Б. Ф. Ломов, В. Ф. Рубахин, Б. А. Смирнов. Под ред. Б. Ф. Ломова. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
- [62] Человеческий фактор: В 6 томах. – М.: Мир, 1991, 1992.
- [63] Венда 1969. – С. 144–178.

- [64] Венда 1982. – С. 321–327.
- [65] Венда В. Предисловие к русскому изданию. // Боумен У. Графическое представление информации. – М.: Мир, 1971. – 225 с. – С. 5–14.
- [66] Голенков В. В., Гулякина Н. А. Проект открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Часть 1. Принципы создания // Онтология проектирования. – № 1, 2014. – С. 42–64. – http://agora.guru.ru/scientific_journal/files/Ontology_of_Designing_1_2014_opt.pdf
- [67] Бенвенист Э. Общая лингвистика. – М.: Прогресс, 1974. – 448с. – С. 293.
- [68] Будагов Р. А. Что такое развитие и совершенствование языка? – 2-е изд., доп. – М.: «Добросвет-2000», 2004. – 304 с. – ISBN 5-94119-923-9.
- [69] Паронджанов В. Д. Почему мудрец похож на обезьяну, или Парадоксальная энциклопедия современной мудрости. – М.: РИПОЛ Классик, 2007. – 1154 с. – С. 231, 240–242, 439–463, 470, 542–544, 663–666, 756, 777, 794. – http://drakon.su/knigi_vladimira_parondzhanova_skachat
- [70] Тавровский В. М. Лечебно-диагностический процесс. Теория. Алгоритмы. Автоматизация. – Тюмень: СофтДизайн, 1997. – 320 с. – С. 164, 165.
- [71] Паронджанов В. Д. Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 520 с. – ISBN 978-5-94074-800-7 – http://drakon.su/_media/biblioteka_1/01._2012_uchis_chitat_new_end_podlinnik.pdf
- [72] Паронджанов В. Д. Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому. Как улучшить работу ума без лишних хлопот. – М.: ДМК-пресс, 2010. – 464 с. – ISBN 978-5-94074-606-5 – http://drakon.su/_media/biblioteka_1/03._2010_druzheljubnye_algoritmy_1.pdf
- [73] Паронджанов В. Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов – это очень просто! – М.: Дело, 2001. – 360 с. – ISBN 5-7749-0211-0 – http://drakon.su/_media/biblioteka_1/parondzhanov_v.d._kak_uluchshit_rabotu_uma_.pdf
- [74] Паронджанов В. Д. Как улучшить работу ума. (Новые средства для образного представления знаний, развития интеллекта и взаимопонимания). – М.: Радио и связь, 1998, 1999. – 352 с. – ISBN 5-256-01211-8.
- [75] Безель Я. Б. Можно ли улучшить работу ума? Новый взгляд на проблему // Вестник РАН. № 4. 2003. Том 73. – С. 363–365. – (Рецензия на книгу: Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов – это очень просто! – М.: Дело, 2001).

- [76] British Medical Association. Family Doctor Home Adviser. BMA Consulting Medical Editor Dr. Michael Peters. Fifth edition fully revised and updated. – Publisher: Dorling Kindersley Publishers, Ltd. London. 2012. – 296 p. – ISBN 978-1-4093-8334-5.
- [77] British Medical Association. When your child is ill. Dr. Bernard Valman. Third edition. – Publisher: Dorling Kindersley Publishers, Ltd. London. 2008. – 216 p. – ISBN 978-1-4053-2232-4.
- [78] Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии / Мак-Интайр Р. Б., Стигманн Г. В., Айсман Б. Перевод с английского под ред. акад. В. Д. Федорова, член-корр. В. А. Кубышкина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 744 с. – ISBN 978-5-9704-1236-7.
- [79] Gareth Kantor, John R. Svirbely, Kathy Johnson et al. MEDAL: The Medical Algorithm Project // MEDINFO 2001. Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics V. Patel et al (eds). – Amsterdam, IOS Press. – P. 298. – ISBN 1-58603-194-5.
- [80] Цыбулькин Э. К. Неотложная педиатрия. Алгоритмы диагностики и лечения. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 160 с. – ISBN 978-5-04-3489-5.
- [81] Вялов С.С. Противомикробная терапия: алгоритмы выбора. Практическое руководство. 5-е издание, исправ. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2015. – 224 с. – ISBN 978-5-00030-264-4.
- [82] Румянцева С. А., Ступин В. А., Афанасьева В. В., Силина Е. В. Алгоритмы и схемы терапии заболеваний, часто встречающихся в терапевтической практике. (Краткое практическое руководство для врачей разных специальностей). – М.-СПб.: Медицинская книга, 2012. – 432 с. – ISBN 978-5-86093-324-X.
- [83] The Medical Algorithms Company (Medal) is a technology company that provides online access to over 20,000 scientific tools for clinical analytics and medical decision support. – <http://medicalalgorithms.com/>.
- [84] Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении. / Под общей ред. и со вступительной статьей Б. В. Гнеденко и Б. В. Бирюкова. – М.: Просвещение, 1966. – 523 с.
- [85] Instructional Development Paradigms / Charles R. Dills, Alexander J. Romiszowski. Editors. – Educational Technology Publications, Englewood Cliff, New Jersey, 1997. – 893 p. – P. 673. – ISBN 0-87778-294-6. – <https://books.google.ru/books?id=VD6fsTl2jzIC&pg=PA673&dq=isbn:0877782946+%22semi-algorithmic+prescription%22&hl=en&sa=X&ved=0CBoQ6AEwAGoVChMIupP22-7dyAIVaf1yCh1L3QOM#v=onepage&q=isbn%3A0877782946%20%22semi-algorithmic%20prescription%22&f=true>

- [86] Arden syntax // Wikipedia. [2005–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Arden_syntax
- [87] Health Level 7 // Wikipedia. [2003–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Health_Level_7
- [88] Гиппократ. Избранные книги. Перевод с греч. проф. В. И. Руднева. – М.: Биомедгиз, 1936. – 736 с.
- [89] Гиппократ 1936. – С. 624.
- [90] Библия. Новый Завет господа нашего Иисуса Христа. От Иоанна святое благовествование. – Глава 18 : 38.
- [91] Булгаков М. Мастер и Маргарита. – М.: Эксмо, 2015. – 640 с. – Часть первая. Глава 2. Понтий Пилат.
- [92] Паронджанов Учись 2014. – С. 154.
- [93] McCarthy Formalism // Wikipedia. [2006–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/McCarthy_Formalism
- [94] Антонова С. Г., Васильев В.И., Жарков И. О., Коланькова О. В., Ленский Б. В., Рябинина Н. З., Соловьева В. И. Редакторская подготовка изданий. Учебник. \ Под ред. проф. С. Г. Антоновой. – М.: МГУП, 2002. – 468 с. – С. 371. – ISBN 5-8122-0285-0.
- [95] Поликлиническая терапия. Учебник. / под ред. И. Л. Давыдкина, Ю. В. Шукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 688 с. – С. 623. – ISBN 978-5-9704-2396-7.
- [96] Чугров С. В. Научная статья: плод творчества, ремесла или озарения? // Полис. Политические исследования. – 2015. № 3. – С. 160-176. – С. 174.
- [97] Феофанов А. Н., Скопич Т. И. О часто встречающихся ошибках при написании научной статьи. // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Випуск 12 / Під заг. ред. чл.-кор. НАН України А. В. Анциферов. – Донецьк, УкрНДМІ НАН України, 2013. – 390 с.– С. 16.
- [98] Как писать курсовую работу по истории древнего мира. Учебно-методическое пособие для вузов. Составитель Н. П. Писаревский. – Воронеж: Воронежский гос. университет, 2007. – 15 с.
- [99] Клаус Мозер. Психология маркетинга и рекламы / Пер. с немецкого. – Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2004. – 380 с. – С. 278. – ISBN 966-8324-02-1.
- [100] Ridpath J. R., Greene S. M., Wiese C. J. PRISM Readability Toolkit. 3rd edition. – Seattle: Group Health Research Institute, 2007. – 79 p. – P. 8. – https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/ghchs_readability_toolkit.pdf

- [101] Scriptio continua // Wikipedia. [2002–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Scriptio_continua
- [102] Гиппократ 1936. – С. 50.
- [103] Гиппократ 1936. – С. 695.
- [104] Монтень Мишель. Опыты. Том 2. – С. 72.
- [105] Коменский Я. А. Великая дидактика. – СПб: Типография А. М. Котомина, 1875. – Приложение к журналу «Наша Начальная Школа» на 1875 год. – Глава XIV. – С. 71, 72. – Викитека. – Великая дидактика (Коменский 1875)/Глава XIV.
- [106] Коменский Я. А. Сочинения. Перевод с чешского и латинского / Ин-т философии. – М.: Наука, 1997. – 476 с. – С. 432. – ISBN 5-02-013554-2.
- [107] Коменский 1875. – С. 71.
- [108] Коменский Я. Великая дидактика. – Т. 1. – Смоленск: Гос. учебно-педагогическое изд-во Наркомпроса РСФСР, 1939. – 320 с. – С. 140.
- [109] Коменский 1875. – С. 72.
- [110] Коменский 1875. – С. 73.
- [111] Чижевский Д. И. Ян Амос Коменский и западная философия. // Коменский Я. А. Сочинения. Перевод с чешского и латинского / Ин-т философии. – М.: Наука, 1997. – 476 с. – С. 7, 8. – ISBN 5-02-013554-2.
- [112] Коменский 1997. – С. 133.
- [113] Декарт Р. Избранные произведения. – М.-Л.: Госполитиздат, 1950. – 712 с. – С. 80, 89.
- [114] Коменский 1997. – С. 140.
- [115] Measuring the Impact of Interprofessional Education on Collaborative Practice and Patient Outcomes. – Committee on Measuring the Impact of Interprofessional Education on Collaborative Practice and Patient Outcomes; Board on Global Health. –, Institute of Medicine: The National Academies Press, 150 p. – ISBN 978-0-309-37282-4 – <http://www.nap.edu/21726>
- [116] Коменский 1997. – С. 134.
- [117] Коменский 1997. – С. 141.
- [118] Коменский 1997. – С. 136, 137.
- [119] Unicode // Wikipedia [2001–2015]. – <https://en.wikipedia.org/wiki/Unicode>
- [120] List of Unicode characters // Wikipedia [2007–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Unicode_characters

- [121] Паронджанов В. Д. Графический синтаксис языка ДРАКОН. // Программирование. 1995. Т. 3. № 3. – С. 45–62.
- [122] ДРАКОН // Википедия. [2008–2015]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=70108211>
- [123] Морозов В. В., Трунов Ю. В. и др. Система управления межорбитального космического буксира «Фрегат» // Вестник ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина». – 2014, № 1. – С. 16–25.
- [124] Паронджанов Учись 2014. – С. 515.
- [125] Безель 2003.
- [126] Информация об учебниках представлена на сайте: <http://www.smp.lt/images/naujienos/Ru%20knygos%20KTC%202015.04.30.pdf>
- [127] Начальная неотложная акушерская помощь. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 204 с.
- [128] Специализированная реанимация новорожденного. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 396 с.
- [129] Неотложная медицинская помощь. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 265 с.
- [130] Травма. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы. – 2012. – 440 с.
- [131] Vileikytė A., Nadišauskienė R. J. et al. Algoritminės „Drakon“ kalbos pritaikymas medicinoje // Lietuvos akušerija ir ginekologija 2014 rugsėjis, tomas XVII, Nr. 3. – С. 192–196.
- [132] Паронджанов В. Д. Неожиданные уроки космонавтики XX века. Новая роль человеческого фактора и когнитивная революция в информационных технологиях / Под ред. Г. Е. Лозино-Лозинского. – М.: Российская инженерная академия, 1995. – Т. 2. Крылатые космические системы. – С. 337–345.
- [133] Паронджанов Дружелюбные 2010. – С. 47.
- [134] Паронджанов Как улучшить работу 2001. – С. 37, 38.
- [135] Бондарев П. А., Колганов С. К. Основы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь, 1998. – 128с. – С. 65.
- [136] Поликлиническая 2013. – С. 223.
- [137] Поликлиническая 2013. – С. 182, 183.
- [138] Румянцева 2012. – С. 244.

- [139] Поликлиническая 2013. – С. 114–115.
- [140] De Morgan's laws // Wikipedia [2002 – 2016]. – https://en.wikipedia.org/wiki/De_Morgan%27s_laws
- [141] Цит. по: Попов Ю. П., Пухначев Ю. В. Математика в образах. – М.: Знание, 1989. – 208 с. – С. 202. – ISBN 5-07-000096-9.
- [142] Неотложная 2012. – С. 87–89.
- [143] Специализированная 2012. – С. 140, 141.
- [144] Практическое 2001. – С. 503.
- [145] Цит. по: Попов 1989. – С. 12.
- [146] Цит. по: Шеврин Л. Н. Об эстетичности математики // Известия Уральского гос. ун-та. – 1995, №4. – С. 25–44. – <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/24220/1/iurp-1995-04-04.pdf>
- [147] Ильин В. В. Критерии научности знания. – М.: Высшая школа, 1989. – С. 76.
- [148] Поликлиническая 2013. – С. 61.
- [149] Примерная программа дисциплины «Информатика». Издание официальное. – М.: Госкомвуз, 1996. – 21 с. – http://drakon.su/_media/biblioteka/progr_drakon.pdf
- [150] Примерная 1996. – С. 3, 4, 15, 16.
- [151] Примерная 1996. – С. 15.
- [152] Очков В. Ф., Пухначев Ю. В. 128 советов начинающему программисту. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 256 с. – С. 21. – ISBN 5-283-02535-7.
- [153] Окулова Л. П. Проектирование образовательного процесса в соответствии с требованиями педагогической эргономики. // Вестник. Наука и практика. (29 мая 2012 – 31 мая 2012). – Материалы конференции «Инновации и научные исследования, а также их применение на, практике». Варшава. – <http://xn--e1aajfpcds8ay4h.com.ua/pages/view/730>
- [154] Корзина М. И., Гурьев А. Т., Лысенко В. А., Сальникова П. Ю., Майоров И. С. Концепция магистерской программы «Информационные технологии в дизайне» в рамках направления подготовки «230400 Информационные системы и технологии» // Проблемы подготовки кадров в сфере инфокоммуникационных технологий. – Санкт-Петербургская научно-практическая конференция. 18–20 мая 2011 г. – Санкт-Петербург, Сборник трудов конференции / Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления. (СПОИСУ). – СПб., 2011. – 92 с. – С. 48. – ISBN 978-5-905687-44-0 – http://window.edu.ru/resource/396/76396/files/ikt2011_trudi.pdf

- [155] Фокин Ю. Г. Теория и технология обучения: деятельностный подход: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – 3-е изд., испр.. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 240 с. – С. 233. – ISBN 978-5-7695-5259-5.
- [156] Павлова Н. Ф. Стратегическое планирование развития территориальных социальных образований в схемах. – Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2002. – 133 с. – С. 25–33. – ISBN 5-7691-1400-2.
- [157] Паронджанов 2012. – С. 32.
- [158] Паронджанов 2012. – С. 60.
- [159] Цит. по: Краткий психологический словарь-хрестоматия. Составитель Б. М. Петров. Под ред. проф. К. К. Платонова. – М.: Высшая школа, 1974. – 134 с. – С. 45.
- [160] Начальная 2012. – С. 190.
- [161] Начальная 2012. – С. 178.
- [162] Начальная 2012. – С. 179.
- [163] Поликлиническая 2013. – С. 55.
- [164] Краснов А. Н. Некоторые проблемы формирования клинического мышления у студентов // Традиции и инновации преподавания психиатрии и психологии на различных этапах медицинского образования. Материалы научно-методической конференции. – Чебоксары, 2009. – 166 с. – С. 25–30. – <http://www.medpsy.ru/library/library014.pdf>
- [165] Лялин Д. В. Об искусстве. Доклад по философии в МГИАИ, 1988. – http://zhurnal.lib.ru/l/ljalin_d_w/art.shtml
- [166] Тавровский В. М. Алгоритмы действий врача скорой помощи. – Выпуск 56. 1 ноября 2005 г. Рассуждение пятьдесят третье. – <http://subscribe.ru/archive/science.health.ldp/200511/01001008.html>
- [167] Тавровский 1997. – С. 93.
- [168] Тавровский В. М. Автоматизация лечебно-диагностического процесса. – Тюмень: Вектор Бук, 2009. – 464 с.
- [169] Тавровский 1997. – С. 153.
- [170] Паронджанов Можно 2016.
- [171] Паронджанов В. Д. Алгоритмизация медицины и реформа медицинского языка // Евразийский союз ученых (ЕСУ) # 11 (20), 2015 | МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ – С. 144–156. – http://drakon.su/_media/10._algoritmizacija_mediciny_i_reforma_medicinskogo_jazyka_.pdf

- [172] Ваш семейный доктор. Домашний советчик. / Перевод с англ. / Предисловие А. И. Воробьева, И. Е. Шкловского. – М.: Мир, 1992. – 319 с. – ISBN 5-03-001167-6.
- [173] MediaWiki // Wikipedia [2003 – 2016]. – <https://en.wikipedia.org/wiki/MediaWiki>
- [174] Web page // Wikipedia [2001 – 2016] – https://en.wikipedia.org/wiki/Web_page
- [175] Мир врача. Профессиональный портал. – <https://mirvracha.ru/portal/index>
- [176] International Classification of Diseases (ICD). – World Health Organization. – <http://www.who.int/classifications/icd/en/>
- [177] Ратнер Г. Л. Советы молодому хирургу. / Предисловие акад. Е. Вагнера. – Самара: Дом печати, 1991. – 252 с. – Раздел «Характер. Талант. Профессия». – С. 20.
- [178] Определение понятия «сертификация» на сайте Всероссийского научно-исследовательского института сертификации (ОАО ВНИИС). – <http://www.vniis.ru/certification>
- [179] Автандилов Г. Г., Зайратьянц О. В., Кактурский Л. В. Оформление диагноза. Учебное пособие. – М.: Медицина, 2004. – 304 с. – С. 16, 17. – ISBN 5-225-04117-5.
- [180] Поликлиническая 2013. – С. 15.
- [181] Поликлиническое 2013. – С. 15.
- [182] Поликлиническая 2013. – С. 52–73.
- [183] Поликлиническая 2013. – С. 70.
- [184] Поликлиническая 2013. – С. 56.
- [185] Поликлиническая 2013. – С. 60.
- [186] Поликлиническая 2013. – С. 55.
- [187] Поликлиническая 2013. – С. 68.
- [188] Поликлиническая 2013. – С. 66.
- [189] Поликлиническая 2013. – С. 61.
- [190] Н. Г. Коновалова, Куртигешева А. А., Урбанский А. С. Диагностические алгоритмы в контроле клинических умений у студентов медицинского колледжа. // Вестник Кузбасской государственной педагогической академии. Электронный журнал. – 1 (15), январь 2012. – <http://vestnik.kuzspa.ru/articles/66/>

- [191] Реформатский А. А. Введение в языкознание. Учебник для вузов. / Под редакцией В. А. Виноградова. 5-е изд., испр. – М.: Аспект пресс, 2004. – 536 с. – С. 26. – ISBN 5-7567-0326-8.
- [192] Лихтерман Л. Б. Высокие технологии и клиническое мышление в нейрохирургии и неврологии // Нейрохирургия, № 1, 2012. – <http://therjn.com/ru-ru/Files/Pdf/2012/1/9.pdf>
- [193] Шульц Д. П., Шульц С. Э. История современной психологии. / Перевод с англ. – СПб: Изд. Евразия, 1998. – 528 с. – С. 103. – ISBN 5-8071-0007-7.
- [194] Эббингауз Г. Психология. // Философия в систематическом изложении. – М.: Изд. «Территория будущего», 2006. – 440 с. – С. 232. – ISBN 5-91129-011-1 – http://www.prognosis.ru/lib/Filos_System.pdf
- [195] Цит. по: Айверсон К. Е. Нотация как средство мышления // Лекции лауреатов премии Тьюринга. Перевод с англ. / Под редакцией Р. Эшенхёрста. – М.: Мир, 1993. – 560 с. – С. 393. – ISBN 5-03-002130-2.
- [196] Петров В. И. Клиническое мышление в системе высшего медицинского образования в России // Международная конференция «Медицинское образование в России и мире: традиции и современность». 26 марта 2010. Москва, «Holiday Inn Lesnaya». – <http://health.elsevier.ru/attachments/editor/4.pdf> – http://medobr.ru/en/jarticles/93.html?SSr=200133517a207655942927c__7654eda1
- [197] Людвиг Витгенштейн. Человек и мыслитель. / Перевод с англ. / Составление и заключит. статья В. П. Руднева. – М.: Прогресс, Культура, 1993. – 352с. – С. 104. – ISBN 5-01-003863-3.
- [198] Козлова М. С. Философские изыскания Л. Витгенштейна. // Витгенштейн Л. Философские работы. Часть I. / Перевод с нем. / Составление, вступ. статья, примеч. М. С. Козловой. – М.: Гнозис, 1994. – 612 с. – С. XVI. – ISBN 5-7333-0485-6.
- [199] Витгенштейн 1994. – С. 428.
- [200] Шульц 1998. – С. 259.
- [201] Улумбекова Г.Э. Анализ численности, структуры и квалификации медицинских кадров в Российской Федерации и ключевые задачи кадровой политики на период до 2020 г. // Медицинское образование и профессиональное развитие. – 2010. № 1. – С. 11–24.
- [202] Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать: научное обоснование «Стратегии развития здравоохранения РФ до 2020 года». – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 589 с. – ISBN 978-5-9704-1435-4.
- [203] Казаков В. Н. , Селезнева Н. А., Талалаенко А. Н., Каменецкий М. С., Гарина М. Г., Первак М. Б., Оборнев Л. Е. Управление качеством подготовки специалистов: программно-целевой подход (на примере высшего и послевузовского медицинского образования). – Донецк: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. Донецкий медицинский ун-т, 2003. – 215 с.

- [204] Поликлиническая 2013. – С. 59.
- [205] Паронджанов Почему 2007. – С. 439.
- [206] Вельбицкий И. В., Ковалев А. Л., Лизенко С. Л. Графический интерфейс представления алгоритмов и программ // Управляющие системы и машины. – №4 (96). 1988. – С. 42.
- [207] Котельников Г. П., Шпигель А. С. Глава 1. Доказательная медицина – ведущий инструмент современного образования в здравоохранении и фармации // Поликлиническая терапия. Учебник. Под ред. И. Л. Давыдкина, Ю. В. Щукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 688с. – С. 28.
- [208] DRAKON // Wikipedia. [2007–2016]. – <https://en.wikipedia.org/wiki/DRAKON>
- [209] Тавровский 1997. – С. 164, 165.
- [210] Тавровский 1997. – С. 74.
- [211] To err is human 2000. – P. 1, 2.
- [212] National Academies Press // Wikipedia [2005–2015]. – https://en.wikipedia.org/wiki/National_Academies_Press
- [213] Convention on the Rights of Persons with Disabilities // Wikipedia. [2008–2016]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Convention_on_the_Rights_of_Persons_with_Disabilities
- [214] Preventing 2007. – P. 7, 8.
- [214а] Баглай В. Е. Аптеки: история, экономика, социально-политический строй. (Доколониальный период). – М.: Издательская фирма «Восточная литература» РАН, 1998. – 432 с. – С. 46. – ISBN 5-02-017989-2
- [214б] Баглай Аптеки 1998. – С. 18.
- [214в] Цит. по: Семечкин Н. И. Психологические координаты рая. – Вопросы философии, 2015, №8. – С. 71.
- [215] Автандилов 2004. – С. 19.
- [216] Неотложная 2012. – С. 140.
- [217] Непейвода Н. Н. Алгоритм // Новая философская энциклопедия: В 4-х т. / Ин-т философии РАН. / Под. ред. Степина В. С., Гусейнова А. А. и др. – М.: Мысль, 2010. – Том 1. – 744 с. – С. 76. – <http://iph.gas.ru/elib/0111.html>
- [218] Бачиашвили В. Сообщение на форуме «Язык Дракон. Медицинский вариант. Иконы и Макроиконы». – <http://forum.oberoncore.ru/viewtopic.php?p=85575#p85575>
- [219] Радченко О. Р. Графические средства системного анализа в практике врача-гигиениста. Методическое пособие для врачей и интернов медико-профилактического профиля. – Казань: Казанская гос. медицинская академия, 2006. – 55 с. – http://www.kgmu.kcn.ru/sites/default/files/SYST_AN.pdf

- [220] Ланда Л. Н. Алгоритмизация в обучении. / Под общей ред. и со вступительной статьей Б. В. Гнеденко и Б. В. Бирюкова. – М.: Просвещение, 1966. – 523 с. – Глава 2. § 1. Понятие предписания алгоритмического типа. – С. 35.
- [221] Паронджанов 2000. – Аннотация. – С. 2.
- [222] Люсов Е. А., Колпаков Е. В. Аритмии сердца. Теоретические и хирургические аспекты. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 400 с. – С. 194. – ISBN 978-5-9704-1032-5.
- [223] Palaeography // Wikipedia. [2001–2015]. – <https://en.wikipedia.org/wiki/Palaeography>
- [224] Гиппократ // Новая философская энциклопедия. В 4-х томах. Том 1. – Ин-т философии РАН, Нац. общ.-научн. фонд. Под ред. В. С. Степина, А. А. Гусейнова. – М.: Мысль, 2010. – 744 с. – С. 531. – ISBN 978-2-244-01116-6.
- [225] Н. Бурцева, Е. Петров. Жирограф и ДРАКОН Пилюгина. Телерадиостудия Роскосмоса. (17 мая 2008). – Фильм выпущен к 100-летию со дня рождения Главного конструктора систем управления ракет-носителей, академика Н. А. Пилюгина. – <http://www.tvroskosmos.ru/3559/>
- [226] Специализированная 2012. – С. 282.
- [227] Специализированная 2012. – С. 128.
- [228] Неотложная 2012. – С. 137.
- [229] Поликлиническая 2013. – С. 52–73..
- [230] Поликлиническая 2013. – С. 61, 63..
- [231] Паронджанов 2014. – С. 153-183.
- [232] Травма 2012. – С. 403.
- [233] Начальная 2012. – С. 79.
- [234] Неотложная 2012. – С. 45.
- [235] Ломов Б. Ф. Эргономические (инженерно-психологические) факторы художественного конструирования // Учебно-методические материалы по художественному конструированию. – Изд. ВХПУ, 1965.
- [236] Поликлиническая 2013. – С. 1.
- [237] Тавровский 1997. – С. 165.
- [238] Поликлиническая 2013. – С. 52–73.
- [239] Поликлиническая 2013. – С. 70.
- [240] National Academy of Medicine // Wikipedia [2004–2016]. – https://en.wikipedia.org/wiki/National_Academy_of_Medicine

- [241] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine // Wikipedia [2002–2016]. – https://en.wikipedia.org/wiki/National_Academies_of_Sciences,_Engineering,_and_Medicine
- [242] Геннадий Васильевич Порядин // Вестник Российской академии медицинских наук, 2012, Вып. 6. – С. 91–92.
- [243] Гаванде А. Чек-лист: Как избежать глупых ошибок, ведущих к фатальным последствиям / Атул Гаванде. Перевод с англ. – М.: Альпина Паблицер, 2014. – 204 с. – ISBN 978-5-9614-4697-5.
- [244] Matthew Syed. Black Box Thinking: The Surprising Truth About Success. (and Why Some People Never Learn from Their Mistakes). – Publisher: John Murray, London 2015. – 352 p. – ISBN 978-1-47361-377-5.
- [245] Шевелева Д. В., Шматко А. Д. Исследование возможностей алгоритмирования медицинской деятельности // NovaInfo №48-1, 20.06.2016. Медицинские науки. – <http://novainfo.ru/article/6964>

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор сердечно благодарит академиков РАН и РАМН И. Н. Денисова¹, Л. К. Мошетову², члена-корреспондента РАН и РАМН Г. В. Порядина, докторов медицинских наук А. Г. Куликова, Е. В. Колпакова и Р. Й. Надишаускене, дискуссии с которыми подсказали первоначальный замысел, помогли наметить структуру и окончательный облик книги.

На меня произвел неизгладимое впечатление судьбоносный телефонный разговор с деканом Факультета фундаментальной медицины МГУ имени М. В. Ломоносова академиком РАН и РАМН В. А. Ткачуком. Низкий ему поклон. Этот незабываемый разговор помог мне правильно выстроить цепочку логических доказательств, положенных в основу книги.

Говорят, в жизни бывают звездные минуты. Мне сказочно повезло, когда литовский бизнесмен, талантливый преподаватель и яркий оратор Альгирдас Каралюс, бродя по книжному магазину, совершенно случайно наткнулся на мою книгу «Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому».

Кто мог знать, чем это кончится? А между тем последствия были поистине удивительные. Имея за плечами медицинское образование, Альгирдас поверил в звезду Дракона, развил бурную деятельность, выступил в Сейме на совещании у Канцлера и заразил своей кипучей энергией литовских врачей.

И случилось небывалое! Ракетно-космический язык программирования ДРАКОН, созданный в космической отрасли в рамках программы «Буран», пустил корни на литовской земле, превратился в медицинский алгоритмический язык и дерзко проник в литовские медицинские учебники.

Я, грешен, не могу удержаться и с благодарностью цитирую дарственные надписи на учебниках:

¹ В свое время И. Н. Денисов был Министром здравоохранения СССР, затем проректором Первого государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова.

² Ректор Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО).

Надпись на книге «**Начальная неотложная акушерская помощь**»:

Глубокоуважаемый господин В. Паронджанов, верим, что ваши дружелюбные драконы будут применяться и в повседневной медицинской практике.

От имени соавторов профессор Рута Надишаускене

Надпись на книге «**Неотложная медицинская помощь**»:

Уважаемый Владимир Данилович, Мы очень рады, что Дракон не только запустил Буран, но уже спасает жизни. Большое Вам спасибо.

От имени авторов профессор Динас Вайткайтис

Надпись на книге «**Специализированная реанимация новорожденного**»:

С глубоким уважением благодарим за прекрасный и волшебный метод обучения. Мы уверены, что, используя этот метод, медицинские работники спасут жизни многих новорожденных. Это принесет счастье многим семьям во многих странах.

*От имени авторов доктор медицинских наук
Аушряле Кудрявичене*



ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Алгоритм
– высокой точности 17, 32–34, 39–44,
62–65, 214, 308, 309
– Гиппократ 66–83
– математический 37, 57–65
– медицинский 20–22, 34, 39–44, 64–67,
106, 177
– эргономичный 19, 54, 215, 216, 244
Алгоритмическая медицина 27, 289–297
Алгоритмическая система 219–236
Алгоритмическое клиническое
мышление 34, 279, 280

Б

- Бегунок 109, 130, 156, 162, 170–172, 184,
206, 211, 213
Безопасность пациентов 16, 17, 22–26, 33,
48, 50, 51, 55, 62, 65, 94, 241, 246,
271, 283–287, 291–296, 299–301,
305, 309, 312–314
Блок-схема 19, 36, 129, 130, 195–198, 273,
274, 280, 311
Боковой маршрут 111–115, 118, 121

В

- Валентная точка 104, 118, 251, 252, 256, 268
Валентная точка заготовки 249
Ввод кубика 256
Ветка 167–189, 192–198
Ветка многоадресная 199, 200, 217, 261
Веточный цикл 104, 176, 193, 199,
210–212, 217, 218, 263
Врачебная ошибка 45–55
Вставка 107, 108, 121, 162, 163, 219–222,
235, 236
Вставить ветку 262, 264
Вставить Действие 254–256, 262–265
Вставить кубик 250–253
Вход ветки 169, 173, 186, 213

- Высокая точность 17–19, 32–44, 56–65,
129, 214–218, 239–246, 270–280,
290–297, 307, 308
Выход ветки 169, 173, 186

Г

- Гиппократ 45, 50, 56, 66–94
Главная идея 17
Главный маршрут 109–112, 119, 121, 133,
138, 147–149
– – ветки 186, 189
– – силуэта 112, 113
Горизонтальная линия силуэта 171, 187, 261
Графическая фигура 101–105
Графический язык 18, 28, 101, 120, 191, 284

Д

- Да-нетный вопрос 70, 71, 82, 101
Декомпозиция 223, 236
Диагноз 49, 270, 271, 274, 276–279, 286,
300
Диагностика 21–25, 34, 49, 58, 93, 99, 237,
238, 282
Дракон-алгоритм 20, 29, 65, 83, 101, 104,
108–124, 148, 175, 238, 248, 251,
308, 313
Дракон-конструктор 20, 28, 29, 104,
247–268
Дракон-схема 20, 130, 147, 195–198, 226,
247–268, 274, 275, 280, 308, 309, 311
ДРАКОН 95–268

Ж

- Жирная линия 109, 110, 119, 121, 147–149,
185, 201

З

- Завершение 174
Заготовка-примитив 249–252
Заготовка-силуэт 249, 250, 261, 262

Заземление лианы 260, 261, 263, 265, 266, 268
 Знание
 – декларативное 24, 99, 122, 129, 150
 – процедурное 24, 69, 86, 88, 92–94, 99, 129, 150, 196, 308
 Зрительная сцена 174, 187, 191, 198, 200, 206
 Зрительное восприятие 105, 123, 178, 189, 191, 198, 293, 309
 Зрительный образ 20, 143, 151, 191
 Зрительно-смысловой образ 172, 187

И

Икона 69
 – Адрес 102, 167–175, 178, 183–189, 199, 200, 206–213, 218, 261
 – Вариант 102, 115–120, 169, 257
 – Вопрос 69–72, 79, 80, 102
 – Время 102, 163, 164, 201, 207
 – Время группы 102, 210
 – Вставка 102, 107, 108, 121, 163, 219, 220–222
 – Выбор 102, 115–118
 – Действие 69, 101, 102
 – Заголовок 40, 102, 106–111, 121
 – Имя ветки 102, 167–170, 175
 – Комментарий 69, 74, 102, 107, 205
 – Конец 40, 102, 106–111, 121
 – Конец контрольного срока 102, 184, 185, 189
 – Начало контрольного срока 102, 184, 185, 189
 – Пауза 68–70, 102
 – Соединитель 102, 216, 217

К

Картографический принцип 114–115, 121–139, 150, 151, 190–198
 Клиническое мышление 17, 25, 34, 214, 215, 270–280, 282, 283, 288
 Когнитивная эргономика 50–55, 85, 94, 130, 241, 243, 310, 311
 Конец лианы 257, 263
 Конструктор алгоритмов 28, 247
 Критерий сверхвысокого понимания 215, 310

Л

Лечебно–диагностический процесс 22, 93, 234, 289, 312

Лиана 257–268
 Лишняя икона 207, 208, 210, 218
 Логическая последовательность исполнения веток 1 74
 Логическая операция И 19, 81, 137, 138, 143
 Логическая операция ИЛИ 19, 78–82, 133, 135
 Логическая операция НЕ 144

М

Макроикона 102
 – Веточный цикл 103, 104, 176, 193, 199, 210–212, 218, 263
 – Действие и время 103, 211
 – Решение и время 103, 207, 209, 211
 – Цикл 103, 152–157
 – Переключатель 103, 115–120, 173
 – Развилка 70, 74, 103, 111, 114, 115
 Маркер 104
 Маршрут 74–80, 108–121, 123
 Медицинская ошибка 45–55
 Медицинский алгоритм 20–22, 34, 39–44, 64–67, 106, 177
 Медицинский алгоритмический язык 17, 22, 25, 33–44, 94, 97, 270, 277, 280–285, 288–292, 295–297, 307, 309
 Медицинский текст 67, 122, 125, 126, 142, 143
 Многоадресная ветка 199, 200, 217, 261
 Многоадресный силуэт 199, 200, 217

Н

Начало лианы 257
 Невидимая математика 26, 64, 82, 83, 122–151, 310

П

Пересадка лианы 257–261, 268
 Плечо развилки 145, 147, 252, 257, 267
 Понятность алгоритмов 309, 310
 Правило
 – боковых маршрутов 114
 – везения 212, 213
 – времени 109
 – главного маршрута 110, 111
 – Дракона 108
 – лишней иконы 208
 – маршрутов ветки 186
 – одного конца 133, 134
 – «Пересечения линий запрещены» 248

- построения веток 193
- «Чем правее, тем позже» 174, 193
- схемы И 141
- схемы ИЛИ 1 36
- Примитив 165, 175, 177, 189, 249–256
- Принцип «Посмотрел – и сразу понял!» 21, 39, 310
- Профессиональный медицинский язык 25, 33, 38, 41, 43, 92, 94, 235, 274, 275, 282, 283, 285, 288, 292, 307, 309

Р

- Равносильные алгоритмы 123–137, 142–146, 150, 151, 267
- Реформа медицинского языка 17, 18, 25, 33, 34, 43, 235, 274, 282, 286, 287, 307
- Реформа медицинского образования 34, 44, 289–297, 307, 309,
- Рокировка 144–151, 208, 209, 267

С

- Силуэт 165–189, 192, 193, 197–218, 223, 249, 261–266
- Смысловые части 167, 168, 175, 179, 182, 199, 200

Т

- Текстовый язык 44
- Тело ветки 167, 168, 182
- Треугольник 201, 211, 212

У

- Условие окончания цикла 155–157
- Условие продолжения цикла 155–157

Ф

- Формула Гиппократы 81, 82
- Формула Тавровского 235, 296

Ц

- Цикл 152–157, 162

Ч

- Черный треугольник 201, 211, 212

Ш

- Шаг алгоритма 40–42, 69–74
- Шампур 109, 112, 114, 119, 121, 133–141, 147, 151, 169

- Шампур ветки 179, 183, 185, 186, 189, 201, 208, 209, 213, 218
- Шапка 169, 170, 176, 179, 182, 199, 204

Э

- Эргономика 21, 40, 50–55, 205
- Эргономичный алгоритмический язык 22

D

- DRAKON 309, 311

E

- Executive summary 299

I

- Institute of Medicine 17, 47, 62, 284, 300

M

- Medline 295

N

- National Academies Press 301
- National Academy of Medicine 298, 300, 301
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 300
- National Library of Medicine 286

P

- Patient Safety and Quality Improvement Act 23, 285
- Program for Readability in Science and Medicine 87, 296
- PubMed 285

U

- UML 36, 283
- Unified Medical Language System 286

Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс» наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу: **115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.**

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью), по которому должны быть высланы книги; фамилию, имя и отчество получателя. Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.

Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.aliants-kniga.ru**.

Оптовые закупки: тел. +7(499)782-38-89.

Электронный адрес: **books@aliants-kniga.ru**.

Паронджанов Владимир Данилович

e-mail: vdp2007@bk.ru

тел. 8-916-111-91-57

ПОЧЕМУ ВРАЧИ УБИВАЮТ И КАЛЕЧАТ ПАЦИЕНТОВ

или

ЗАЧЕМ ВРАЧУ БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМОВ?

Главный редактор *Мовчан Д. А.*

dmkpress@gmail.com

Корректор *Синяева Г. И.*

Верстка *Паранская Н. В.*

Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Художник *Ульянов С. А.*

Формат 70×100¹/₁₆. Гарнитура «Петербург».

Печать офсетная. Усл. печ. л. 27,625.

Тираж 100 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmk.rf