

Профессиональный медицинский язык имеет скрытый недостаток, порождающий врачебные ошибки и создающий трудности при обучении студентов в медицинских университетах. Чтобы устранить дефект, нужно усовершенствовать язык врачей с помощью графических рисунков, позволяющих представить медицинские алгоритмы в наглядной и удобной для врачей форме.

Ключевые слова: медицинский язык, медицинский алгоритм, безопасность пациентов, врачебная ошибка, язык ДРАКОН, эргономизация.

## **МОЖНО ЛИ УЛУЧШИТЬ МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК?**

**В. Д. Паронджанов** [vdp2007@bk.ru](mailto:vdp2007@bk.ru)

Философ Уиллард Куайн как то сказал, что язык можно представить в образе корабля, находящегося в море и нуждающегося в ремонте [1]. 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 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, реабилитации. Уточним: алгоритмами являются не сами действия и решения, а их точные описания на бумаге или экране.

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, подбоченился и заиграл новыми красками. Вот пример: *алгоритм ведения пациента при нормотензивной глаукоме*.

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.

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 [2–4].

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?

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...

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?

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 внедрились 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.

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 (доли процента) медицинских алгоритмов описана в виде графических рисунков. Но и здесь дело не ладится — нынешняя графика подходит лишь для наиболее простых задач.

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

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.

## ДРАКОН СПУСКАЕТСЯ ИЗ КОСМОСА В БОЛЬНИЧНУЮ ПАЛАТУ

**Космический старт.** Медицинский алгоритмический язык называется ДРАКОН (Дружелюбный Русский Алгоритмический язык, Который Обеспечивает Наглядность). Судьба его необычна. Он создавался вовсе не для медицины, а для космоса — в качестве языка программирования для орбитального корабля Буран. Мало кто знает, что 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 [5, 6].

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)<sup>1</sup>.

За последние двадцать лет с помощью ДРАКОНа (и основанной на нем технологии разработки алгоритмов и программ ГРАФИТ-ФЛОКС) были разработаны системы управления многих крупных космических проектов: «Морской старт», «Протон-М», «Фрегат», «Наземный старт», «ДМ-03», южнокорейская ракета «KSLV», «Ангара» и др. [7; 8, с. 515; 9].

Пуски ракет-носителей и космических разгонных блоков, при создании которых использовался и используется язык ДРАКОН, за истекший период выполнялись с пяти космодромов мира, расположенных на трех континентах (Европа, Азия, Америка) и в океане: Плесецк; Байконур; Европейский космический центр во Французской Гвиане

---

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

«Кигу»; Южнокорейский космодром «Naro»; международный плавучий космодром, производящий пуски с экватора в Тихом океане вблизи острова Рождества Республики Кирибати.

**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. Инициативу Каралюса активно поддержали литовские врачи. За последнее время в Литве изданы четыре медицинских учебника на русском языке, в которых используется ДРАКОН (см. <http://www.smp.lt/images/naujienos/Ru%20knygos%20KTC%202015.04.30.pdf>) :

1. Начальная неотложная акушерская помощь [10].
2. Специализированная реанимация новорожденного [11].
3. Неотложная медицинская помощь [12].
4. Травма [13].

Учебники апробированы в ряде стран (Литва, Казахстан, Азербайджан, Таджикистан, Туркменистан, Киргизия) в рамках курсов повышения квалификации врачей, которые проводили высококвалифицированные специалисты из Литовского университета медицинских наук для местных врачей. Проведенная апробация дала положительные результаты.

**Применение языка ДРАКОН в медицине.** Принято различать процедурные и декларативные знания (знания «как» и знания «что»). Любые процедурные медицинские знания можно представить на медицинском языке ДРАКОН в виде графических инструкций для описания последовательности действий врачей, т. е. в виде медицинских алгоритмов.

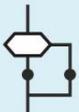
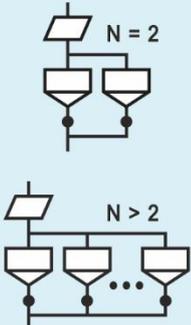
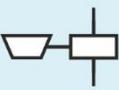
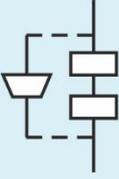
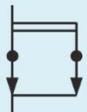
ДРАКОН похож на двуликого Януса; у него два языка: текстовый и графический. Поэтому он имеет два синтаксиса.

**Иконы медицинского алгоритмического языка.** Основой графического синтаксиса языка ДРАКОН является графический алфавит. Алфавит состоит из геометрических фигур, именуемых *медицинскими иконами*. Всего имеется 19 икон (рис. 1). Для каждой иконы задана ориентация, однозначно показано направление соединительных линий, входов и выходов.

	Икона	Название иконы	Назначение иконы
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 «кусочек», 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	Здесь пишут длительность выполнения действия
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 групповой работы	Означает НАЧАЛО одновременных скоординированных действий двух врачей
18		Конец групповой работы	Означает КОНЕЦ одновременных скоординированных действий двух врачей
19		Соединитель	Икона «Соединитель» используется при переходе с листа на лист (когда медицинский алгоритм размещается на нескольких листах)

Рис. 1. Иконы медицинского языка ДРАКОН

**Макроиконы медицинского алгоритмического языка.** ДРАКОН имеет не только иконы, но и *макроиконы*. Подобно тому, как слова состоят из букв, макроиконы (графические слова) слагаются из икон (графических букв). Медицинский ДРАКОН имеет 7 макроикон (рис. 2). Иконы и макроиконы — это строительные блоки, из которых создаются медицинские дракон-алгоритмы.

	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)	Переключатель — это часть алгоритма, имеющая один вход сверху и один выход внизу. Внутри переключателя алгоритм разветвляется на несколько дорожек. Число дорожек равно двум и более.  Переключатель строится с помощью иконы «Выбор» и нескольких икон «Вариант».  Под каждой иконой «Вариант» имеется валентная точка
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 с заданной длительностью	Справа нарисована икона «Действие». Слева к ней прицеплена икона «Время». Макроикона показывает, что время действия жестко задано
6		Группа действий с заданной длительностью	Справа нарисовано не одно действие, а группа, состоящая из двух действий. Слева к этой группе присоединена икона «Время группы». Полученный узор показывает, что время группы действий жестко задано
7		Групповая работа врачей	Означает совместную работы врачей, включая: — начало групповых действий, — выполнение групповых действий, — конец групповых действий.

**Рис. 2.** Макроиконы медицинского языка ДРАКОН

Важной частью макроикон служат *валентные точки* (на рисунке они показаны как черные кружки). В эти точки последовательно вводятся иконы и макроиконы, которые в совокупности образуют графический узор и — после заполнения икон текстом — превращаются в дракон-схему.

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 выразительные средства, можно заимствовать нужные иконы у старшего брата.

## ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

**Что лучше: порядок или путаница?** Одна из важнейших целей дракон-алгоритма — *упорядочить* алгоритмическую картину болезни: слева врач видит наиболее благополучный исход, справа — наиболее тяжелый. Чтобы обеспечить *порядок*, вводится специально разработанная эргономичная система понятий и правил [8].

Дракон-алгоритм (рис. 3а) имеет одно начало и один конец. *Маршрут* — путь, ведущий из начала до конца алгоритма. Все дракон-маршруты можно проследить пальцем от начала до конца, не отрывая палец от бумаги. Это значит: врач одновременно видит все маршруты алгоритма. Язык ДРАКОН предъявляет врачу в качестве подсказки полный обзор алгоритмической ситуации, т. е. полный обзор методов диагностики и лечения.

*Главный маршрут медицинского алгоритма* — наиболее желательный путь от иконы «заголовок» до иконы «конец», ведущий к наибольшему успеху. Если алгоритм описывает печальные варианты, включая летальный исход, главный маршрут всегда описывает наиболее благоприятный для пациента вариант (из числа возможных).

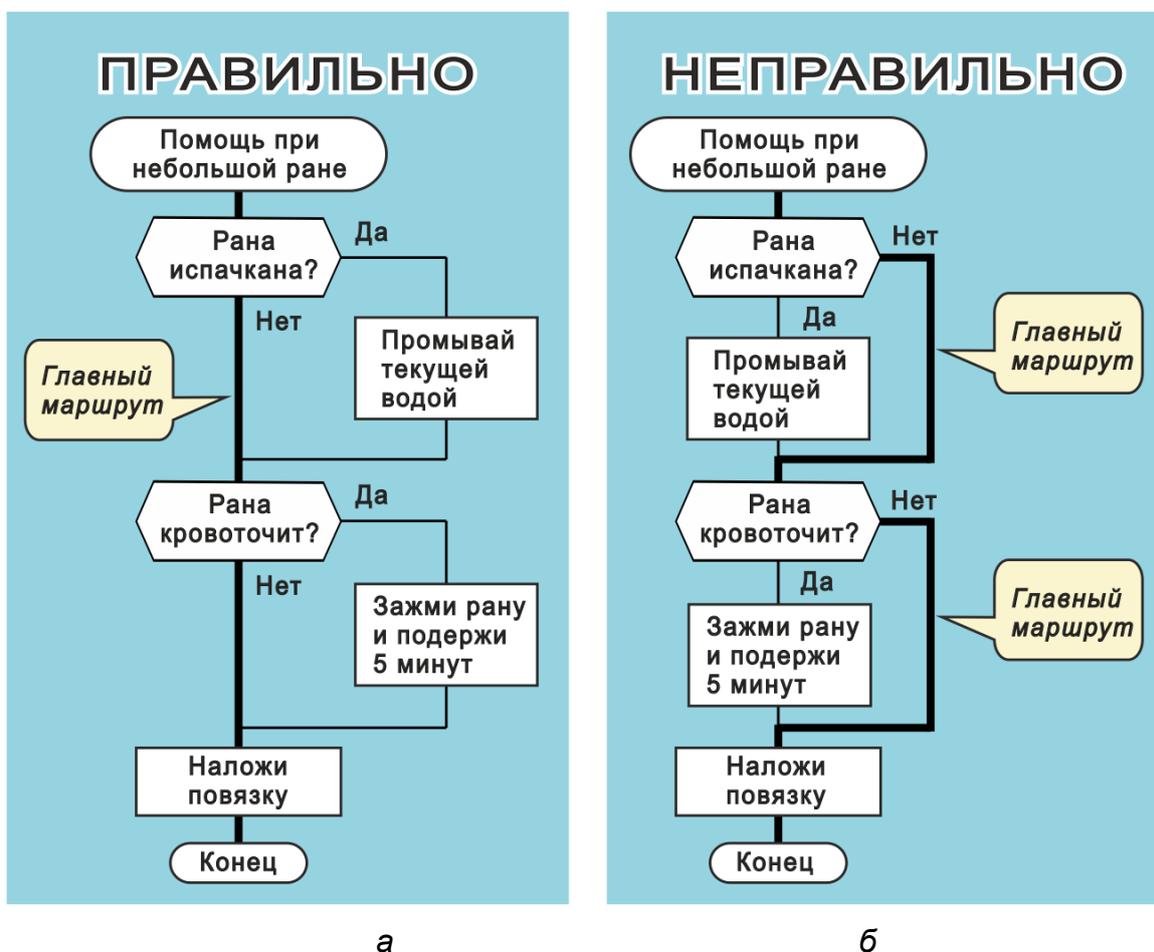
*Шампур* — вертикальная прямая линия, соединяющая иконы заголовка и конца. Между ними на той же линии помещается одна или несколько других икон (рис. 3).

**Правило главного маршрута.** Рассмотрим задачу. В запутанном лабиринте сложного медицинского алгоритма, нужно выделить один-единственный маршрут — царскую дорогу, путеводную нить. С ней можно зрительно сравнить остальные маршруты, чтобы понять, что к чему и не заблудиться среди множества развилок и тропинок.

Путеводная нить всегда под рукой, она буквально «бьет в глаза». Бросив беглый взгляд на дракон-алгоритм, врач сразу же видит царский маршрут и упорядоченные

относительно него остальные маршруты. Приятной подсказкой 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. Подобный порядок делает дракон-схему четкой, предсказуемой и интуитивно понятной.



**Рис. 3.** Главный маршрут показан жирной линией. Слева правило главного маршрута выполняется, поэтому царский путь прямой как стрела (а), справа правило нарушено и главный маршрут «испортился», стал изломанным (б) [12, с. 135].

**Правило боковых маршрутов.** Боковые маршруты нужно рисовать справа от шампура по принципу: «Чем правее, тем хуже». На рис. 3а показаны четыре маршрута. Главный идет по шампуру. Остальные три маршрута боковые. Они расположены правее шампура на одном или двух участках. Самый плохой вариант, когда рана грязная и кровоточит; этот маршрут сдвинут вправо на обоих участках.

Дракон-алгоритм превращает хаос в порядок. Для наглядности развернем эту мысль в шуточной форме на рис. 4. Все маршруты упорядочены согласно правилу «Чем правее – тем хуже». 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.

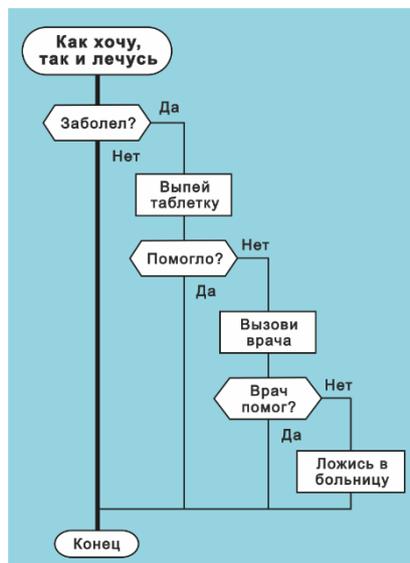


Рис. 4. Маршруты упорядочены слева направо

**Макроикона «Переключатель».** На рис. 5 показан фрагмент первой помощи при химическом ожоге глаза с использованием переключателя. В общем случае переключатель может содержать до шестнадцати вариантов.

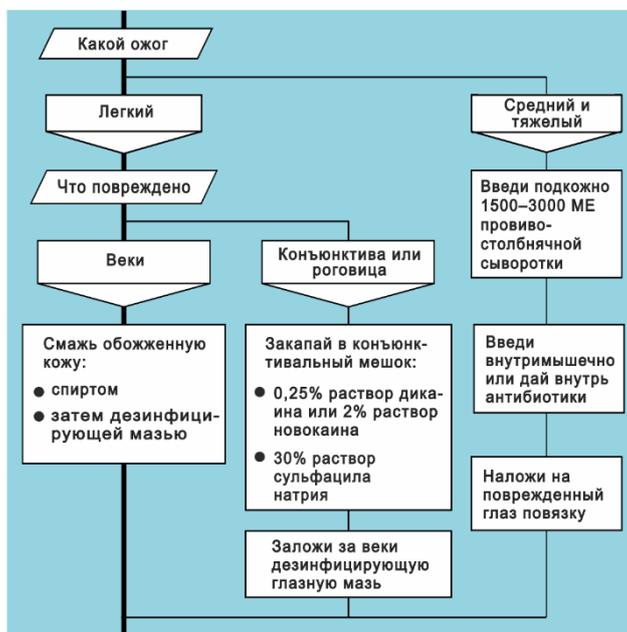


Рис. 5. Алгоритм с двумя переключателями

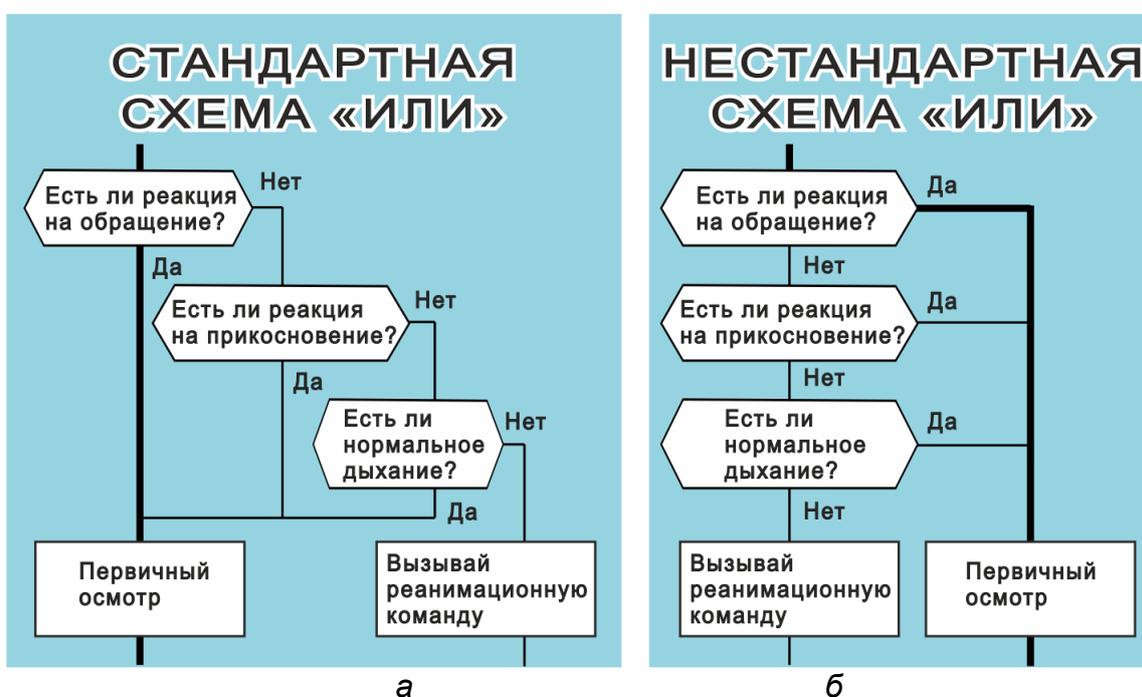
**Можно ли отменить алгебру логики, так как для некоторых врачей она слишком трудна?** Отменить нельзя, а помочь врачам можно и нужно. ДРАКОН позволяет избавиться от трудных логических формул с помощью приятной графики.

**Логическая функция ИЛИ.** Пациент находится в угрожающем для жизни состоянии (рис. 6). Прежде всего, врач должен ответить на три вопроса:

- Есть ли реакция пациента на прикосновение?
- Есть ли реакция на обращение?
- Есть ли нормальное (не агональное) дыхание?

Если хотя бы на один вопрос получен ответ «Да», следует выполнить первичный осмотр по схеме ABCDE (в противном случае нужна реанимация). Другими словами, если пациент реагирует на обращение ИЛИ на прикосновение ИЛИ у него нормальное дыхание, нужен первичный осмотр.

Обе схемы (рис. 6а и 6б) логически правильны и равны друг другу. Какую из них следует предпочесть? Ту, которая удовлетворяет эргономичному правилу «Чем правее, тем хуже». В данном случае это левая, т.е. стандартная схема ИЛИ.



**Рис. 6.** Логическая функция ИЛИ означает: если хотя бы на один вопрос получен ответ «Да», выполни указанное в алгоритме действие (первичный осмотр). Оба дракон-алгоритма (а и б) эквивалентны и отличаются только способом начертания [10, с. 190]

**Логическая функция И.** На рис. 7 показана функция И для трех логических переменных. Если на все три вопроса получен ответ «Да», следует пройти вниз по жирной линии. Какую из двух схем следует выбрать? Ответ: левую, так как в ней выполняется правило «Чем правее, тем хуже» (угрожающее состояние плода — это худший вариант).

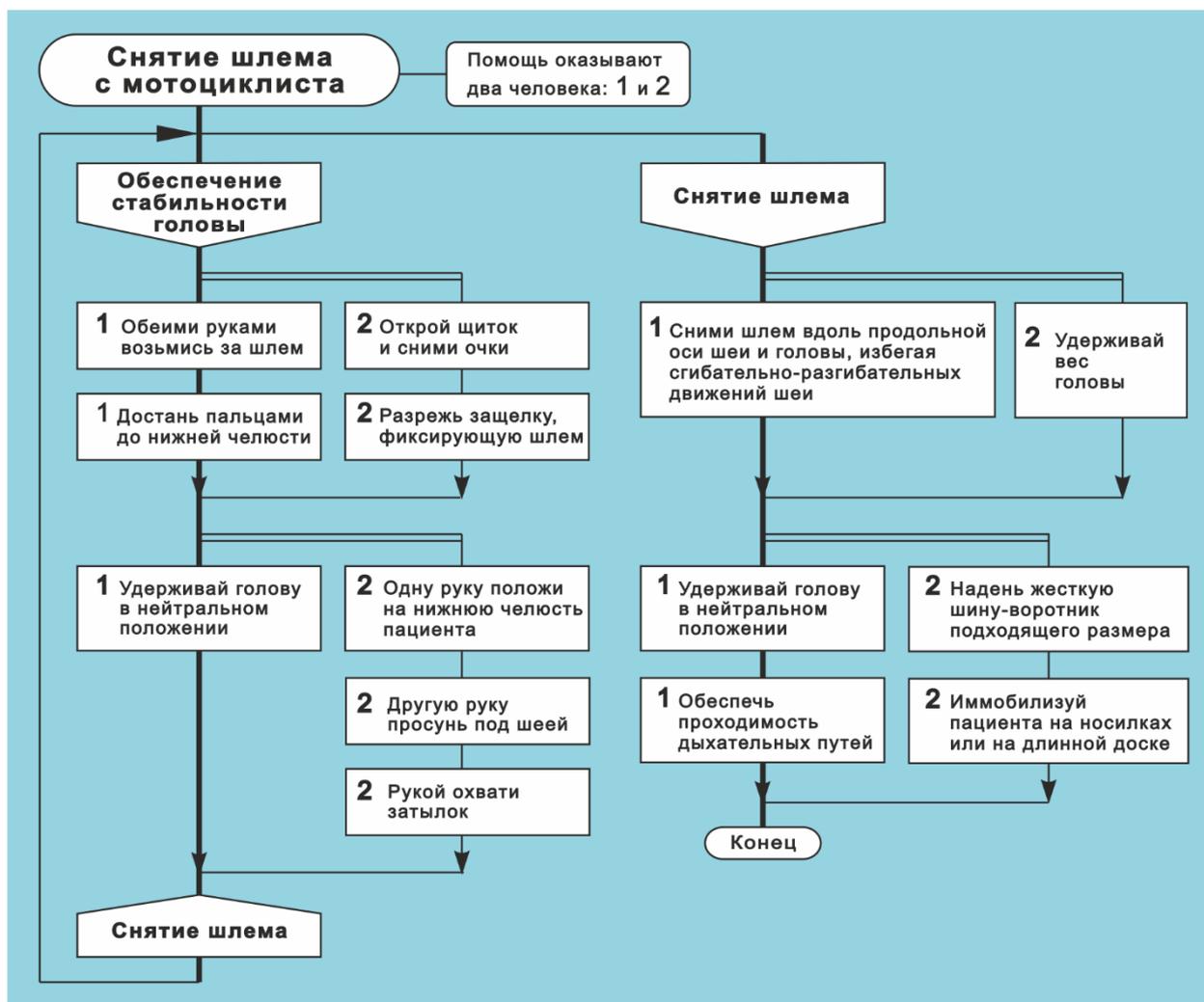


**Рис. 7.** Логическая функция И говорит: если на все вопросы получен ответ «Да», перейди по жирной линии к следующему действию алгоритма. Оба алгоритма делают одно и то же и отличаются только графически [10, с. 79]

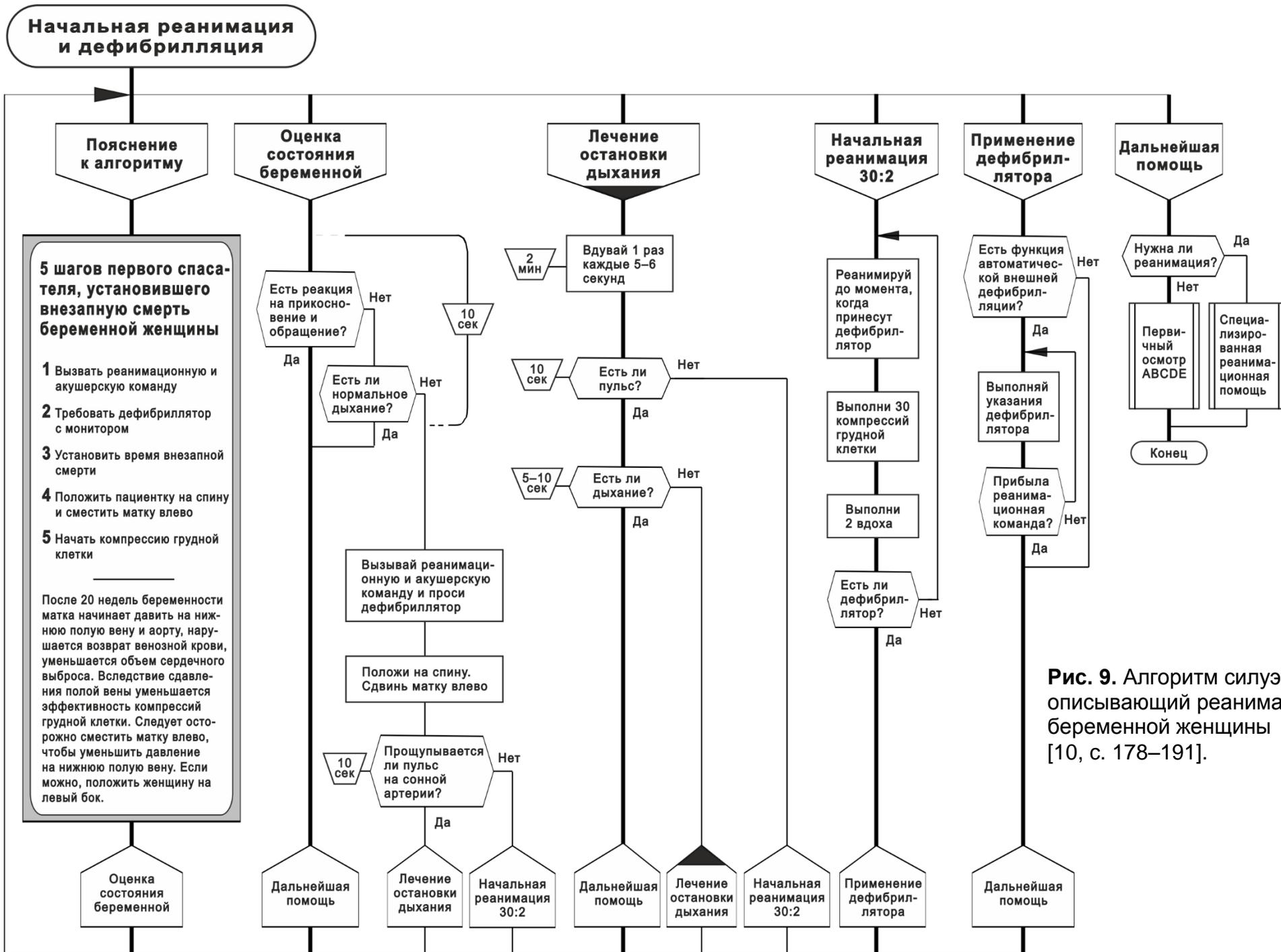
**Медицинская алгоритмическая конструкция «Силуэт».** Язык ДРАКОН имеет две алгоритмические конструкции: *примитив* (для описания простых медицинских алгоритмов) и *силуэт* (для сложных и сверхсложных). До сих пор мы рассматривали простейшие случаи применительно к конструкции примитив. Силуэт — чрезвычайно мощная конструкция, обладающая большими возможностями и позволяющая описывать иерархические медицинские алгоритмы любой сложности, причем делать это в привлекательной для врача форме.

**Алгоритм силуэт «Снятие шлема с мотоциклиста».** На рис. 8 представлен алгоритм, описывающий одновременную, точно скоординированную совместную работу двух работников скорой помощи. Алгоритм определяет порядок выполнения неотложных действий по спасению пострадавшего мотоциклиста, находящегося без сознания после дорожной аварии с подозрением на перелом позвоночника.

Как читать алгоритм-силуэт? Сначала читаем надписи сверху вниз вдоль левого шампура (жирная линия). Шампур кончается в иконе адрес «Снятие шлема». Переведите взгляд наверх, найдите верхнюю икону «Снятие шлема» и спуститесь вниз по правому шампуру до конца.



**Рис. 8.** Алгоритм силуэт, описывающий работу двух врачей [12, с. 85–87].



**Рис. 9.** Алгоритм силуэт, описывающий реанимацию беременной женщины [10, с. 178–191].

**Алгоритм силуэт «Начальная реанимация и дефибрилляция».** Силуэт делится на смысловые части — *ветки*. Силуэт на рис. 9 состоит из шести веток, названия которых выделены жирным шрифтом (вверху). Ветка имеет один вход и один или более выходов. Каждую ветку читают сверху вниз. Разные ветки изучают слева направо, учитывая указания в иконах адрес.

Начинать чтение нужно с первой (крайней левой) ветки. На рис. 9 первая ветка «пустая»; она не выполняет никаких действий. Зато она содержит комментарий, т. е. медицинские сведения, разъясняющие суть алгоритма. В конце первой ветки в иконе адрес читаем «Оценка состояния беременной» — это имя следующей ветки, куда следует перейти.

Порядок выполнения веток однозначно задают надписи в иконах адрес. Они играют роль доброжелательного путеводителя.

Если икона «адрес» указывает на свою собственную (или на более левую) ветку, образуется цикл, то есть *повторение* действий. Такие ситуации отмечаются черными треугольниками и называются *веточный цикл*.

На рис. 9 присутствуют пять икон «время», например, «10 сек». Они указывают длительность соответствующих действий.

Каждая ветка имеет свой главный маршрут. Он идет по шампуру (жирная линия). В силуэте число шампуров равно числу веток. На рис. 9 главный маршрут силуэта проходит по шампурам через три ветки (первую, вторую и шестую).

**Икона вставка. Сборка алгоритма из частей.** В последней ветке на рис. 9 используются две иконы вставка: «Первичный осмотр ABCDE» и «Специализированная реанимационная помощь». Каждая из этих процедур представляет собой сложный алгоритм. Икона вставка сообщает название алгоритма и указывает, что он описан в другом месте. Это очень выгодный прием, позволяющий строить алгоритмы по принципу «Разделяй и властвуй», т. е. расчленять алгоритмы на части путем декомпозиции и снова собирать их из частей (вставок).

**Медицинская алгоритмическая система** — это не один алгоритм, а совокупность логически связанных алгоритмов. Она содержит головной алгоритм и алгоритмы более низких уровней, описывающие все вставки (части), входящие в систему. Например, алгоритмическая система «Неотложная медицинская помощь», описанная в книге [12], содержит 16 алгоритмов.

## ЯЗЫК, АЛГОРИТМЫ И МЫШЛЕНИЕ

Известно, 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... Помочь в решении данной проблемы может... алгоритмизация мышления. Подобный подход позволит... сформировать у студента конструктивное клиническое мышление» [14]. Это правильная и глубокая мысль. ДРАКОН есть средство для алгоритмизации медицины и алгоритмизации мышления и тем самым для формирования у студентов и врачей клинического мышления.

Мышление не падает с неба. Оно опирается на язык. Мышление людей опирается на те формы языка, которые им доступны. Клиническое мышление не является исключением. Психолог Герман Эббингауз указывает на «чрезвычайную важность языка как средства взаимного понимания», а также для «повышения силы нашего мышления» [15]. Можно ли повысить силу клинического мышления, чтобы сделать его более эффективным? Полагаю, что эффективное клиническое мышление должно в значительной мере опираться на научно обоснованный медицинский алгоритмический язык.

Мы не замечаем воздух, которым дышим. Точно так же врачи не замечают свой профессиональный язык. Они закрывают глаза на недостатки медицинского языка. Людвиг Витгенштейн как-то сказал, что философия — это борьба против очарованности ума языком. Ум врачей очарован неточным и неясным медицинским языком. Они не замечают, что язык устарел и тормозит развитие медицины. Этой «очарованности ума» надо положить конец.

В книге «Рождение клиники» Мишель Фуко отмечает: «То, что было фундаментально невидимым, предъявляет себя ясности взгляда» [16, с. 291]. Медицинские алгоритмы — важная часть медицины, хотя еще недавно они были «фундаментально невидимыми». Однако сегодня их можно предъявить «ясности взгляда». ДРАКОН дарит медицинскому языку небывалую ясность и точность, наглядно демонстрируя в пошаговой алгоритмической форме ранее спрятанный под шапкой-невидимкой «несформулированный остаток мысли, который язык оставляет во тьме» [16, с. 18].

Алгоритмизация — составная часть математизации медицины. Однако на рис. 1–9 нет ни одной формулы. Где же здесь математика? Ответ прост. Чтобы не пугать

врачей математикой, пришлось применить хитрость (голь на выдумки хитра). Обещанная «капля математики» замаскирована, убрана с глаз долой и спрятана в графике.

Хитрость в том, что графический синтаксис ДРАКОНа представляет собой визуальное логическое исчисление (исчисление икон). Имеются две графические аксиомы (аксиома-примитив и аксиома-силуэт), из которых по правилам визуального логического вывода выводятся правильно построенные дракон-схемы. Алгоритмы должны быть правильными, без ошибок. Как уберечься от ошибок? Математика ДРАКОНа гарантирует правильность графического каркаса дракон-алгоритма: она нежно берет автора алгоритма за руку, заботливо ведет его по правильному пути, не позволяет нарушать «правила уличного движения» и делать глупые ошибки [5; 8, с. 393–472; 17, с. 325–390; 18, с. 226–276]. Это означает, что графический каркас дракон-алгоритма формируется не чудом, а с помощью математики.

Сегодня отсутствует международный стандарт для изображения медицинских алгоритмов. Между тем, такой стандарт очень нужен, с учетом развития доказательной медицины. Имеющиеся средства медицинской алгоритмизации: блок-схемы по стандарту ISO 5807:85 (ГОСТ 19.701–90), диаграммы деятельности (activity diagrams) языка UML, деревья принятия решений (decision trees) и пр. неудобны и значительно уступают медицинскому ДРАКОНу.

## РУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИНИЦИАТИВА

Учитывая важность затронутых вопросов, данной идее присвоено имя «Русская медицинская инициатива». В чем ее суть?

Современная медицина добилась замечательных успехов. Однако в одном отношении она по-прежнему отстает и плетется в хвосте. Ахиллесовой пятой медицины является ее неточный, неясный и старомодный 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» [19]. С особой остротой подобные дефекты языка мешают ясному пониманию сложных медицинских проблем, технологий и методов лечения.

Уместно вспомнить меткие слова Людвиг Витгенштейна и применить их к одному из наиболее трудных и запутанных объектов — профессиональному медицинскому языку: «Язык для всех [врачей] готовит сходные ловушки, огромную сеть проторенных ложных троп. И мы видим [врачей], идущих по этому лабиринту, наперед зная, что вот здесь... [врач] свернет, здесь проследует прямо, не заметив развилки... Стало быть, во всех местах, где дороги ответвляются в тупик, ... [нужно] выставить таблички, помогающие преодолевать опасные перекрестки» [20]. Эти слова вскрывают важнейшую, основополагающую, фундаментальную проблему медицинского языка и медицины в целом.

Медицинские действия, решения и процедуры, используемые при профилактике, диагностике, лечении, реабилитации содержат огромное количество коварных 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 «Русская медицинская инициатива». Ее цель — осуществить глубокую реформу медицинского языка, расширив его возможности с помощью визуального медицинского алгоритмического языка. Язык ДРАКОН предназначен для стимулирования клинического мышления врачей, для стандартизации представления медицинских алгоритмов в медицинской литературе и крупномасштабной алгоритмизации отечественной и глобальной медицины.

Подчеркнем главную мысль. 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 «скорую 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 «пальцем» *показывает* на них.

Классическим средством логической защиты от ошибок является математизация медицины, формализация медицинского языка. Однако обычная математизация здесь не годится, поскольку создает недопустимую нагрузку на персонал. Как быть?

Приятным сюрпризом для врачей является принцип «невидимой математики». Почему невидимой? Потому что она спрятана внутри графического каркаса дракон-алгоритма и остается невидимкой для пользователя. Ее не надо изучать, можно вообще не знать о ее существовании.

Между тем «невидимая математика» ДРАКОНа играет очень важную роль. Она превращает хаос в порядок. Она прокладывает в медицинской вселенной надежные рельсы, ведущие к желанной цели (т. е. маршруты, идущие от иконы «заголовок» до конца алгоритма). Она говорит: нельзя двигаться по бездорожью, можно только по заранее проложенным рельсам. Она запрещает соединять иконы как попало, вкривь и вкось. Как заботливая мать, «невидимая математика» умело ведет врача по дракон-алгоритму с беспрецедентной точностью.

Предвижу возражение: недопустимо говорить о неточности и старомодности медицинского языка, так как в научной медицинской литературе медики давно научились разъяснять свои идеи, методы и суждения с необходимой точностью. Данное возражение следует отклонить, и вот почему. Эргономичная инфографика ДРАКОНа воспринимается *намного быстрее*, чем любые словесные описания. Многословный текст медицинских учебников представляет значительную трудность для студентов и неоправданно затягивает время учебы.

XXI век — это век эргономичной графики. Если запретить и уничтожить графику: географические карты, электрические схемы и пр., произойдет катастрофа и современная цивилизация исчезнет. Медицина, увы, не имеет ни карт, ни хороших схем и до сих пор держится за свой устаревший язык. Однако XXI век не может мириться с подобной косностью. Историческая миссия «Русской медицинской инициативы» состоит в том, чтобы привести медицинский язык в соответствие с современными требованиями.

## ВРАЧЕБНЫЕ ОШИБКИ, ЯЗЫК И БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ

Врачебные ошибки — сложное, недостаточно изученное и очень опасное явление. Гиппократ рассматривал ошибки как источник знаний. Основоположник военно-полевой хирургии и анатом Николай Пирогов (1810–1881) призывал немедленно обнародовать свои ошибки, чтобы предостеречь коллег. Однако не все были столь мудрыми. «Ничто так не способствует врачебной спеси, как игнорирование или забвение собственных ошибок», — напоминает хирург Николай Петров. «Ошибки являются только ошибками, когда у тебя есть мужество их обнародовать, но они становятся преступлением, когда гордыня тебя побуждает их скрыть», — добавляет Жан-Луи Пти. «Врач должен иметь мужество сознаться в своих ошибках, не лгать, не изворачиваться», — настаивает невропатолог Хаим-Бер Ходос [21, с. 198, 369].

Медицинские ошибки зачастую скрывались от общественности, отрицались и замалчивались. Тысячи людей обращались к врачам в надежде на исцеление, но вместо помощи получали путевку на кладбище. Гром грянул в 1999 году. На основании тщательных исследований американский Институт медицины (Institute of Medicine) установил, что медицинские ошибки в больницах США являются причиной смерти от 44 000 до 98 000 человек в год [22]. Цифры настораживают. Они означают, что в американских больницах каждые полгода погибает больше американцев, чем за всю Вьетнамскую войну.

Сходная картина имеет место и в других регионах мира. В материалах Всемирной организации здравоохранения говорится, что пребывание в больнице намного опаснее, чем полет на самолете: «Вероятность несчастного случая в самолете составляет 1 на 3 миллиона. Риск возникновения несчастного случая в больнице 1 на 300» [23].

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.

Дело в том, 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. При этом забывают, что врач живой человек, а его психофизиологические характеристики и способности отнюдь не безграничны.

Что означает медицинская ошибка при диагностике, приведшая к неблагоприятным последствиям? 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 слишком трудной. 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?

Научной основой проблемы является эргономика, которая учит: чрезмерная нагрузка порождает ошибки. Что отсюда следует?

Общество должно протянуть руку помощи врачам, облегчить их тяжелый интеллектуальный труд, сделать его менее сложным и напряженным, т.е. *посильным*. Общество должно знать, что большинство врачей — отнюдь не гении, они не обладают выдающимися способностями и талантами. Это рядовые лечащие врачи больниц и поликлиник, имеющие обычные, средние способности. Интеллектуальная нагрузка на их мозг должна быть соразмерной их силам и способностям. Кстати, Гиппократ так и написал в своей Клятве: лечить «сообразно с моими силами и моим разумением». Однако в современной «Клятве Гиппократа», на которой присягают выпускники медвузов, эти важные слова почему-то вычеркнуты. Правильно ли это?

Общество обязано знать, что интеллектуальная перегрузка врачей («сверх моих сил и за пределами моего разумения») недопустима, ибо 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 (безошибочную)*.

Как это сделать? Вспомним: в середине XX века анализ ошибок людей, управлявших сложными техническими системами (операторов атомных электростанций, пилотов, космонавтов), породил эргономику и коренным образом

изменил форму представления информации для человека-оператора. В итоге число ошибок резко сократилось.

Чтобы не наступать на те же грабли, нужно поступить точно так же — коренным образом изменить форму представления знаний в медицинских учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах. Изменить форму представления знаний — значит изменить медицинский язык.

Можно ли сравнивать ошибки врача и ошибки операторов? Есть ли аналогия между ними? Можно ли в обоих случаях использовать одно и то же средство — более эргономичное представление информации?

На эти вопросы следует дать положительный ответ. Разумеется, *формы* представления знаний и информации для разных задач могут отличаться, но общий принцип — принцип эргономизации знаний — остается неизменным [24, с. 231, 240–242, 439–463, 470, 542–544, 663–666, 756, 777, 794].

В последнее время в разных странах мира предпринимаются энергичные усилия по предотвращению медицинских ошибок. Эти усилия чрезвычайно важны и крайне необходимы. Вместе с тем, полезно помнить, что они снимают лишь поверхностный слой и устраняют относительно простые ошибки, такие как внутрибольничные инфекции (*hospital-acquired infections*), поражающие каждый год 1,4 миллиона человек, ошибки при переливании крови и т.д.

Эти меры почти не затрагивают наиболее сложную, интеллектуальную часть проблемы — ошибки мышления врачей. Специалист по медицинским алгоритмам, профессор Владимир Тавровский указывает: чтобы устранить противоречие между информационным взрывом, в условиях которого работает врач, и его ограниченными возможностями, и преодолеть информационный хаос во врачебной практике, «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения» [25, с. 164, 165]. По его данным, использование медицинских алгоритмов снижает число врачебных ошибок в пять раз [25, с. 74].

Как уменьшить погрешности мышления? В частности, нужно глубже проникнуть в тайны интеллектуальной деятельности и развивать новые методы когнитивной эргономики, которые я изложил в книгах: «Как улучшить работу ума», «Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому» и «Почему мудрец похож на обезьяну» под названием *эргономика интеллекта* [17; 18; 24, с. 265, 280–293, 639–814, 836–847].

Сегодня во многих странах мира проблема безопасности пациентов и медицинских ошибок находится в центре внимания. Всемирную кампанию обеспокоенности и противодействия новым угрозам возглавил упомянутый выше

Институт медицины [22], по рекомендациям которого были проведены слушания в конгрессе США и приняты законы о безопасности пациентов, подписанные президентом Биллом Клинтоном. В мировой системе здравоохранения выявлены и частично устранены многие неблагоприятные ситуации, представляющие опасность для пациентов. Однако впереди еще много работы.

Кроме того, существуют иные причины для тревоги, не выявленные ранее. Приходится признать, что профессиональный медицинский язык является *опасным*, ибо порождает врачебные ошибки. Чтобы сделать его безопасным, необходимо для записи алгоритмов использовать специально разработанный медицинский алгоритмический язык, описанный в данной статье.

## ВСЕ ХОРОШО, ПРЕКРАСНАЯ МАРКИЗА?

История медицины — не только цепь блестящих достижений, но и поучительный калейдоскоп парадоксальных заблуждений и загадочных ошибок. Гениальный Аристотель не знал, зачем нужны артерии и был уверен, что кровь образуется внутри сердца. В XX веке многие замечательные диагносты с опаской смотрели на странного зверя по имени «алгоритм». Опытный врач, зав. кафедрой факультетской хирургии Самарского мединститута Георгий Ратнер в свое время заявил: «Медицина относится к разряду наук неточных, железных алгоритмов в ней нет и быть не может» [21, с. 198]. 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.

*Благодарю академиков РАН И.Н. Денисова, Л.К. Мошетову, члена-корреспондента РАН Г.В. Порядина, докторов медицинских наук А.Г. Куликова, Е.В. Колпакова и Р.Й. Надишаускене, дискуссии с которыми стимулировали появление данной статьи.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цит. по: Роль человеческого фактора в языке. Язык и картина мира. / Б.А. Серебренников, Е.С. Кубрякова, В.И. Поставалова и др. / Под ред. Б.А. Серебренникова. М.: Наука, 1988. 216 с. С. 202.
2. Intravenous fluid therapy in adults in hospital. Clinical Guideline CG174. Methods, evidence and recommendations. — National Clinical Guideline Centre. NICE UK. December 2013. 194p. P. 42–156.
3. Texas medication algorithm project. Procedural manual. Bipolar disorder algorithms. / M. Lynn Crismon, Tami R. Argo et al. Texas Department of State Health Services. 2007. 63p. P. 7, 8.
4. Decision making in medicine: an algorithmic approach / edited by Stuart B. Mushlin, Harry L. Greene II. Third edition. Mosby Elsevier, 2010. xvi + 726p.
5. *Паронджанов В.Д.* Графический синтаксис языка ДРАКОН. // Программирование. 1995. Т. 3. С. 45–62.
6. ДРАКОН // Википедия. [2008—2015]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=70108211>
7. *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.
8. *Паронджанов В.Д.* Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации. М.: ДМК Пресс, 2014. 520с. Скачать: [http://drakon.su/media/biblioteka\\_1/01\\_2012\\_uchis\\_chitat\\_new\\_end\\_podlinnik.pdf](http://drakon.su/media/biblioteka_1/01_2012_uchis_chitat_new_end_podlinnik.pdf)
9. *Безель Я. Б.* № 4 // Можно ли улучшить работу ума? Новый взгляд на проблему // Вестник РАН. 2003. Т. 73. С. 363–365. (*Рецензия на книгу: Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов — это очень просто! М.: Дело, 2001*).
10. Начальная неотложная акушерская помощь. Учебник. / Под ред. Р.Й. Надишаускене. Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. 204с.
11. Специализированная реанимация новорожденного. Учебник. / Под ред. Р.Й. Надишаускене. Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. 396 с.
12. Неотложная медицинская помощь. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. 265 с.
13. Травма. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. 440 с.

14. Поликлиническая терапия. Учебник. Под ред. И.Л. Давыдкина, Ю.В. Щукина. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 688с. С. 15.
15. Эббингауз Г. Психология. // Философия в систематическом изложении. М.: Изд. «Территория будущего», 2006. 440 с. С. 232.
16. Фуко М. Рождение клиники. М.: Смысл, 1998. 310с.
17. Паронджанов В.Д. Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому. Как улучшить работу ума без лишних хлопот. М.: ДМК-пресс, 2010. 464 с.
18. Паронджанов В.Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов — это очень просто! М.: Дело, 2001. 360 с.
19. Козлова М. Философские изыскания Л. Витгенштейна. // Витгенштейн Л. Философские работы. Часть I. М.: Гнозис, 1994. 612с. С. XVI.
20. Витгенштейн Л. Философские работы. Часть I. М.: Гнозис, 1994. 612с. С. 428.
21. Медицина в афоризмах и крылатых выражениях от истоков до наших дней. / Ачкасов Е.Е., Мискарян И.А. М.: Профиль–2С, 2009. 448с.
22. 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. 312p. P. 1, 26, 31.
23. Восьмой форум по вопросам будущего. Управление безопасностью пациентов. Эрпфендорф, Австрия, 28–29 апреля 2005 г. // Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро. Copenhagen, Denmark, 2006. pp. 38. P. 3.
24. Паронджанов В.Д. Почему мудрец похож на обезьяну, или Парадоксальная энциклопедия современной мудрости. М.: РИПОЛ Классик, 2007. 1154с.  
[http://drakon.su/knigi\\_vladimira\\_parondzhanova\\_skachat](http://drakon.su/knigi_vladimira_parondzhanova_skachat)
25. Тауровский В.М. Лечебно-диагностический процесс: Теория. Алгоритмы. Автоматизация. Тюмень. Софт-Дизайн, 1997. 320с.

Паронджанов Владимир Даниелович

тел. 8-495-331-50-72

моб. 8-916-111-91-57

E-mail: [vdp2007@bk.ru](mailto:vdp2007@bk.ru)