Клиническая алгоритмическая медицина

Алгоритмы диагностики и лечения на медицинском языке ДРАКОН

Учебное пособие

Москва 2022

Клиническая алгоритмическая медицина

Алгоритмы диагностики и лечения на медицинском языке ДРАКОН

Учебное пособие

Москва 2022

Клиническая алгоритмическая медицина. Алгоритмы диагностики и лечения на медицинском языке ДРАКОН. / Сморкалов А. Ю., Бочанова Е. Н., Гусев С. Д., Дмитренко Д. В., Шнайдер Н. А., Насырова Р. Ф. Лозовская М. Э., Малышева А. Ю., Бармин Д. Б., Васильева Е. Б., Паронджанов В. Д., Митькин С. Б. / учебное пособие. – Москва: Препринт, 2022. – 477 с. – Иллюстраций: 200.

ISBN

Рассматриваются клинические алгоритмы в эпоху цифровой медицины. Излагаются правила построения клинических алгоритмов на медицинском языке ДРАКОН. Благодаря ДРАКОНу сложные и разветвленные алгоритмы профилактики, диагностики, лечения, реабилитации, скорой помощи становятся ясными и понятными. Приведенные в книге доходчивые примеры помогают легко и быстро освоить принципы и правила построения ДРАКОН-схем. Двести рисунков и схем помогают читателям самостоятельно создавать клинические алгоритмы высокой точности с помощью компьютерной программы ДРАКОН-конструктор. Книга учит врачей мыслить без ошибок, действовать без промаха, принимать обоснованные и наиболее экономичные решения. ДРАКОН-схемы – наглядная опора клинического мышления высокой точности и золотой стандарт качества.

Предназначено для студентов медицинских вузов, ординаторов и аспирантов, организаторов и руководителей здравоохранения, врачей и фармацевтов, сталкивающихся с проблемой создания, анализа и изучения медицинских алгоритмов, разработчиков клинических рекомендаций и протоколов лечения.

Рекомендовано Координационным советом по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» в качестве учебного пособия высшего образования по программам специалитета для специальностей клинической медицины: лечебное дело, педиатрия, стоматология. Полезно для специальности медицинская кибернетика.

РЕЦЕНЗЕНТЫ

Зарубина Т. В. — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Медико-биологического факультета, директор Института цифровой трансформации медицины Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н. И. Пирогова.

Волкова Н. И. — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней Ростовского государственного медицинского университета.

Смирнова Е. А. — доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой внутренних болезней Рязанского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова.

Кондакова М. Н. — доктор медицинских наук, профессор кафедры фтизиатрии и торакальной хирургии Северо-Западного государственного медицинского университета имени И. И. Мечникова.

Федоров А. А. — доктор медицинских наук, профессор кафедры физической и реабилитационной медицины Уральского государственного медицинского университета.

Фалькович А. С. — доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой медицинской кибернетики Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского.

Жилина Н. М. — доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Новокузнецкого государственного института усовершенствования врачей — филиала Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования.

Экспертная комиссия по работе с учебными изданиями. Рецензию утвердил Председатель Координационного совета по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» Ректор Первого МГМУ имени И. М. Сеченова академик РАН П. В. Глыбочко.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

Введение. Клинические алгоритмы: новый этап развития

Часть I. Алгоритмы действий врача. Вводный курс

Глава 1. Как нарисовать алгоритм
Глава 2. Примитив и силуэт
Глава 3. Приемы, улучшающие понятность алгоритмов
Глава 4. Инструкция для выполнения практических заданий с помощью программы DrakonHub

Часть II. Циклические алгоритмы

Глава 5. Простые циклические алгоритмы
Глава 6. Досрочный выход из цикла
Глава 7. Превращаем цикл Стрелка в веточный цикл
Глава 8. Цикл внутри другого цикла

Часть III. Клинические алгоритмы и реальное время

Глава 9. Как изобразить время в алгоритмах
Глава 10. Алгоритм «Реанимация беременной женщины»
Глава 11. Совместная работа врачей. Параллельные алгоритмы
Глава 12. Справочник: графические фигуры языка ДРАКОН

Часть IV. Клинические алгоритмы: от Гиппократа до наших дней

Глава 13. Алгоритмы Гиппократа
Глава 14. Простые клинические алгоритмы

Часть V. Профессиональные клинические алгоритмы

Глава 15. Проблема COVID-19. Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19
Глава 16. Неврология. Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты
Глава 17. Фтизиатрия. Алгоритмы фтизиатрической службы в Санкт-Петербургском педиатрическом медицинском университете

Глава 18. Алгоритмы в Красноярском медицинском университете

Часть VI. Алгоритмическая логика в клинических алгоритмах

Глава 19. Алгоритмические вкрапления в медицинском тексте
Глава 20. Логика в медицине
Глава 21. Невидимая математика и сложные логические функции

Часть VII. Алгоритмические системы и базы данных

Глава 22. Медицинская алгоритмическая система
Глава 23. Какая польза от языка ДРАКОН для врачей?

Часть VIII. Как обеспечить безопасность пациентов? Важная роль клинических алгоритмов

Глава 24. Ошибки врачей. Могут ли алгоритмы спасти положение
Глава 25. Эргономика и медицинские ошибки

Часть IX. Перспективы клинической алгоритмической медицины

Глава 26. Новые требования к клиническим алгоритмам
Глава 27. Алгоритмы для эффективного клинического мышления
Глава 28. Клиническое мышление должно опираться на медицинский алгоритмический язык
Глава 29. Медицинский язык на скамье подсудимых
Глава 30. Клиническая алгоритмическая медицина

Заключение. Какой будет медицина будущего

Список литературы

Список авторов

Список сокращений

Предметный указатель

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. Клинические алгоритмы: новый этап развития

Помощь уже в пути
Зачем нужны клинические алгоритмы нового поколения
Почему клинические алгоритмы трудны для понимания и изучения
Клинические алгоритмы — часть профессиональной культуры врача
Клинические алгоритмы и безопасность пациентов
Является ли медицина точной наукой?
Алгоритмическая неряшливость и некомпетентность
Новое требование к клиническим алгоритмам
Алгоритмическая логика
Для широкого круга работников
Стандартизация в медицине и клинические алгоритмы
«Игра без правил» недопустима
Игра в детские кубики и конструктор алгоритмов
Рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов
Где скачать ДРАКОН-конструктор
Сапожник без сапог
Стандарт на алгоритмы устарел и нуждается в совершенствовании
Актуальная задача
Медицинские бизнес-процессы
Структура книги
Что говорят в сети интернет

Часть I. Алгоритмы действий врача. Вводный курс

Глава 1. Как нарисовать алгоритм

Иконы
Что такое шаг алгоритма
Бегунок, или рабочая точка алгоритма
Икона «Вопрос»
Что такое решение
Что такое шампур
Силуэт и три шампура
В чем секрет иконы «Адрес»
Важная роль эргономики
Еще одна функция контура
Шампур и ветка

Как следует располагать ветки на чертеже
Алгоритм «Подготовка к покупке попугая»
Что такое переключатель
Какие иконы мы уже знаем. Золотая дюжина
Выводы
Контрольные вопросы к главе 1
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 1

Глава 2. Примитив и силуэт

Что такое примитив
Шампур примитива
Что такое главный маршрут примитива
Правило главного маршрута
Правило боковых маршрутов
Памятка для примитива
Что делать, если принцип «Чем правее, тем хуже» не работает
Примитив — аналог ветки силуэта
Уточнение
Выводы
Контрольные вопросы к главе 2
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 2

Глава 3. Приемы, улучшающие понятность алгоритмов

Ошибки и непонятные алгоритмы
Первый прием: убери фигуры-близнецы с плохим низом
Второй прием: убери фигуры-близнецы с плохим верхом
Одинаковые алгоритмы, нарисованные по-разному
Рокировка
Испорченный главный маршрут. Как его исправить
Какова цель
Чем хороша географическая карта
Географическая карта и силуэт
Можно ли навести порядок в алгоритмах
Когда в иконах «Имя ветки» и «Адрес» пишут слово «Завершение»
Выводы
Контрольные вопросы к главе 3
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 3

Глава 4. Рисуем клинический алгоритм с помощью программы DrakonHub

Компьютерная программа DrakonHub
Регистрация на сайте DrakonHub
Главное окно конструктора DrakonHub, меню и тулбар
Подготовка к рисованию
Рисуем алгоритм по образцу
Что такое проект
Как создать новый проект для рис. 35

Как вставить икону «Вопрос»
Как ввести текст в икону «Вопрос»
Как вставить икону «Действие»
Что дальше
Как удалить икону из дракон-алгоритма
Как вставить ветку в силуэт
Как пересадить лиану
Как перемещаться по дракон-схеме
Как переместить икону в другое место дракон-схемы
Горячие клавиши
Как вставить икону в дракон-схему с помощью горячих клавиш
Как удалить икону из дракон-схемы по-другому
Как выбрать цветовую раскраску дракон-схемы
Как отформатировать текст в иконах
Можно ли скачать дракон-алгоритм на мой компьютер
Как поделиться ссылкой на дракон-схему и как создать группу
Достоинства конструктора DrakonHub
Требования к дракон-конструктору
Другие дракон-конструкторы
Выводы
Контрольные вопросы к главе 4
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 4
Практические задания к главе 4

Часть II. Циклические алгоритмы

Глава 5. Простые циклические алгоритмы

Циклические алгоритмы
Рассказ о Змее Горыныче (цикл «ДО»)
Какие бывают алгоритмы
Цикл «Стрелка»
Изучаем цикл «ПОКА»
Изучаем цикл «ДО»
Сравнение циклов «ПОКА» и «ДО»
Условие продолжения и окончания цикла
Выводы
Контрольные вопросы к главе 5
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 5
Практические задания к главе 5
Приложение 1 к практическому заданию. Порядок оказания медицинской помощи больным с острыми нарушениями мозгового кровообращения

Глава 6. Досрочный выход из цикла

Введение
Входы и выходы циклического алгоритма
Досрочный выход из цикла ПОКА

Досрочный выход из цикла ДО
Гибридный цикл
Сколько стрелок: одна или две
Два досрочных выхода из цикла
Выводы
Контрольные вопросы к главе 6
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 6
Практические задания к главе 6
Приложение 2 к практическому заданию. Порядок направления граждан органами исполнительной власти субъектов РФ в сфере здравоохранения к месту лечения при наличии медицинских показаний

Глава 7. Превращаем цикл «Стрелка» в веточный цикл

Изучаем веточный цикл
Силуэт с веточным циклом
Веточный цикл с досрочным выходом
Веточный цикл с двумя досрочными выходами
Веточный цикл с циклом «ДО»
Смысл говорит о многом
Когда в иконе «Имя ветки» пишут слово «Завершение»
Выводы
Контрольные вопросы к главе 7
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 7
Практические задания к главе 7
Приложение 3 к практическому заданию. Ведение беременных женщин с хроническим гепатитом

Глава 8. Цикл внутри другого цикла

Цикл «ДО» внутри цикла «ДО»
Цикл «ДО» внутри цикла «ПОКА»
Цикл «ПОКА» внутри цикла «ДО»
Выводы
Контрольные вопросы к главе 8
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 8
Практические задания к главе 8
Приложение 4 к практическому заданию. Восстановление депульпированного зуба

Часть III. Клинические алгоритмы и реальное время

Глава 9. Как изобразить время в алгоритмах

Алгоритм «Управление светофором»
Первая помощь при химическом ожоге глаза
Выводы

Контрольные вопросы к главе 9
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 9
Практические задания к главе 9
Приложение 5 к практическому заданию. Выбор медикаментозной терапии при гипертонической болезни

Глава 10. Алгоритм «Реанимация беременной женщины»

Новые возможности
Шапка для алгоритма реанимации
Многоадресный силуэт «Реанимация беременной женщины»
Изучаем ветку «Пояснение к алгоритму»
Изучаем ветку «Оценка состояния беременной»
Икона «Время»
Лишнюю икону «Действие» следует удалить
Как исправить ошибку
Изучаем ветку «Лечение остановки дыхания»
Икона «Время» и икона-хозяин
Веточный цикл
Изучаем ветку «Начальная реанимация 30:2»
Выводы
Контрольные вопросы к главе 10
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 10
Практические задания к главе 10
Приложение 6 к практическому заданию. Уход за сосудистым катетером (центральным) – смена повязки

Глава 11. Совместная работа врачей. Параллельные алгоритмы

Алгоритм «Снятие шлема с мотоциклиста»
Правила нумерации специалистов
Двухпоточный участок
Выводы
Контрольные вопросы к главе 11
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 11
Практические задания к главе 11
Приложение 7 к практическому заданию. Неотложные действия очевидцев внезапной смерти человека

Глава 12. Справочник: графические фигуры языка ДРАКОН

Зачем нужен справочник
Иконы медицинского языка ДРАКОН
Комментарии
Иконы реального времени
Макроиконы медицинского языка ДРАКОН
Маркеры медицинского языка ДРАКОН
Выводы
Контрольные вопросы к главе 12
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 12
Практические задания к главе 12

Часть IV. Клинические алгоритмы: от Гиппократа до наших дней

Глава 13. Алгоритмы Гиппократа

Существовали ли во времена Гиппократа клинические алгоритмы?
Чрезмерная длина предложений у Гиппократа
Глубинный источник врачебных ошибок
Линейный текст Гиппократа превратился в пространственный текст
Ошибка Гиппократа
Преобразование текста Гиппократа в дракон-алгоритм
Маршруты в алгоритме Гиппократа
Анализ каждого маршрута
Сложные логические условия у Гиппократа
Принцип «Разрежь великана»
Сложное логическое условие в иконе «Вопрос»
Нерешенная проблема на стыке медицины и лингвистики
Решение найдено с помощью языка ДРАКОН
Выводы
Контрольные вопросы к главе 13
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 13
Практические задания к главе 13
Приложение 8 к практическому заданию. Действия сотрудника аптечного учреждения, выявившего фальсифицированное лекарственное средство

Глава 14. Простые клинические алгоритмы

Повторение материала на медицинских примерах
Алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы»
Икона «Вставка»
Маршруты клинического алгоритма
Алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного аномалий глотки»
Как подсчитать число решений в алгоритме
Подсчитаем число шагов в алгоритме
Главный маршрут клинического алгоритма
Испорченный главный маршрут
Развертка алгоритма
Примитив упорядочен по горизонтали
Переключатель для выбора медицинского инструмента
Переключатель и тяжесть заболевания
Переключатель и пораженные органы
Два переключателя в одном алгоритме
Выводы
Контрольные вопросы к главе 14

Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 14
Практические задания к главе 14
Приложение 9 к практическому заданию. Первая помощь при остром коронарном синдроме

Часть V. Профессиональные клинические алгоритмы

Глава 15. Проблема COVID-19. Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19

Уроки пандемии COVID-19
Хождение по лезвию ножа
Алгоритмы респираторной терапии
Общие сведения
Алгоритм «Низкопоточная оксигенация пациента»
Индекс оксигенации
Алгоритм «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента»
Алгоритм «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких»
Критерии неэффективности НИВЛ
Алгоритм «Протективная искусственная вентиляция легких»
Средства индивидуальной защиты медицинского персонала
Особенности алгоритма
Коллапс альвеол и маневр мобилизации альвеол
Алгоритм «Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP»
Алгоритм «Улучшение оксигенации пациента»
Рекомендации по настройке PSV
Алгоритм «Экстракорпоральная мембранная оксигенация»
Противопоказания к ЭКМО
Алгоритм «Прекращение респираторной терапии»
Алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19»
Эффективность терапии как путеводитель по алгоритму
Медицинская алгоритмическая система
Проверка отсутствия ошибок в клинических алгоритмах
Проверка отсутствия ошибок методом сравнения чертежа и текста
Проверка отсутствия ошибок методом сравнения комплексного и функциональных алгоритмов
Проверка на соответствие картографическому критерию
Выводы
Контрольные вопросы к главе 15
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 15
Практические задания к главе 15

Глава 16. Неврология. Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты

Два способа графической визуализации алгоритма

Эпилепсия
Качество жизни больного эпилепсией
Вальпроевая кислота
Терапевтическая, токсическая и летальная концентрация
Терапевтический лекарственный мониторинг
Персонализированная медицина
Персонализированное лечение эпилепсии
Алгоритм персонализированного назначения препаратов вальпроевой кислоты для терапии эпилепсии
Графическая визуализация алгоритма фармакотерапии эпилепсии на медицинском языке ДРАКОН
Чертежи алгоритма
Вторая ветка «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*»
Как связаны названия веток и адреса
Выводы
Контрольные вопросы к главе 16
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 16
Практические задания к главе 16

Глава 17. Фтизиатрия. Алгоритмы фтизиатрической службы в Санкт-Петербургском педиатрическом медицинском университете

Туберкулёз
Основные факты
Туберкулез и ВИЧ-инфекция
Туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью
Алгоритмы фтизиатрической службы
Возбудитель
Латентная инфекция
Скрининг
Алгоритм «Скрининг населения на туберкулёз»
Алгоритм «Действия при отказе родителей от проб Манту, АТР»
Ветка «Рекомендации врачей»
Ветка «Действия при отказе от тестов»
Ветка «Проведение тестов»
Ветка «Выдача заключения»
Альтернативные диагностические тесты
Факторы риска
Цель
Алгоритм «Выбор режима превентивной химиотерапии»
Как повысить приверженность пациента к лечению
Динамическое обследование пациента для обеспечения безопасности
Алгоритм «Диагностика туберкулеза органов дыхания на муниципальном уровне»
Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областных медицинских организациях»

Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в муниципальном специализированном учреждении
Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областном специализированном учреждении»
Алгоритм «Выбор режима химиотерапии туберкулёза у детей из очагов с бациллярным контактом»
Алгоритм «Обследование перед началом химиотерапии туберкулёза»
Алгоритм «Вакцинация детей против туберкулёза»
Медицинская алгоритмическая система
Проверка отсутствия ошибок в клинических алгоритмах
Проверка отсутствия ошибок методом сравнения чертежа и текста
Проверка на соответствие картографическому критерию
Применение картографического принципа к алгоритму на рисунке 116а
Выводы
Контрольные вопросы к главе 17
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 17
Практические задания к главе 17

Глава 18. Алгоритмы в Красноярском медицинском университете

Компьютерная программа DrakonHub
Учебное пособие по языку ДРАКОН
Алгоритм «Уничтожение наркотических средств и психотропных веществ»
Другой вариант алгоритма «Уничтожение наркотических средств …»
Алгоритм «Ранняя терапия септического шока»
Алгоритм «Выполнение подкожной инъекции»
Обучение студентов
Выводы
Контрольные вопросы к главе 18
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 18
Практические задания к главе 18

Часть VI. Алгоритмическая логика в клинических алгоритмах

Глава 19. Алгоритмические вкрапления в медицинском тексте

Как превратить медицинский текст в алгоритм
Как превратить алгоритмический текст в графический алгоритм
В ДРАКОНе запрещены сложные условия. Что будем делать?
Как выявить логические принципы. Обсуждение методики
Пример 2. Как превратить медицинский текст в эргономичный алгоритм

Пример 3. Как превратить сложный медицинский текст в алгоритм
Как помочь студентам изучать медицину
Процедурные и декларативные медицинские знания
Как превратить процедурное знание в алгоритм
Как вычленить алгоритмические знания
Как извлечь клинический алгоритм
Пояснение к этой главе
Выводы
Контрольные вопросы к главе 19
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 19
Практические задания к главе 19

Глава 20. Логика в медицине

Критика блок-схемы алгоритма
Продолжение критики
Негативные и позитивные вопросы
Логическая схема «ИЛИ»
Пояснение
Логическая схема «ИЛИ» с тремя условиями
Схема «ИЛИ» для позитивных и негативных вопросов
Логическая схема «И» с двумя логическими условиями
Логическая схема «И». Медицинский пример
Логическая схема «И» с тремя условиями
Схема «И» для позитивных и негативных вопросов
Мнемоническое правило
Выводы
Контрольные вопросы к главе 20
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 20
Практические задания к главе 20

Глава 21. Невидимая математика и сложные логические функции

Что такое невидимая математика
Логические формулы и невидимая математика
Алгоритмы, использующие операцию «ИЛИ»
Замена содержательной фразы одной буквой
Логическое отрицание
Два способа записи операции «ИЛИ»
Что лучше: текст или графика
Невидимая математика, схема «ИЛИ» и закон де Моргана
Как упростить работу врача
Схема «И» второй закон де Моргана
Схема «НЕ» (логическое отрицание)
Рокировка
Визуализация сложной логической функции
Пояснение

Выводы
Контрольные вопросы к главе 21
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 21
Практические задания к главе 21

Часть VII. Алгоритмические системы и базы данных

Глава 22. Медицинская алгоритмическая система

Формальная логическая связь между клиническими алгоритмами
Медицинская алгоритмическая система
Графическое обозначение
Комплексный клинический алгоритм
Уточнение
Проверка отсутствия ошибок методом сравнения комплексного и функциональных алгоритмов
Сцепка и логическое условие сцепки
Какую выгоду дает комплексный клинический алгоритм
Предварительный и окончательный ответ
Выводы
Контрольные вопросы к главе 22
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 22
Практические задания к главе 22

Глава 23. Какая польза от языка ДРАКОН для врачей

Как использовать на практике язык ДРАКОН
Альбомы-справочники
Глобальная электронная база данных клинических алгоритмов
Международный проект «Глобальный клинический алгоритм»
От Википедии к МедАлгопедии
Стандартизация формы клинических алгоритмов
Проблема ошибок в медицинских учебниках
Проблема сертификации клинических алгоритмов
Перечень российских медицинских обществ
Клинические алгоритмы. Пригодны ли они для сертификации?
Предполагаемая методика и процедура
Упрощенные варианты для учебных целей
Выводы
Контрольные вопросы к главе 23
Тестовые вопросы с эталонами ответов к главе 23
Практические задания к главе 23

Часть VIII. Как обеспечить безопасность пациентов? Важная роль клинических алгоритмов

Глава 24. Ошибки врачей. Могут ли алгоритмы спасти положение

Что такое медицинская ошибка

Не лгать, не изворачиваться…
Золотой фонд медицины
Пионерский доклад: сколько людей погибает в больницах США
Рост показателей смертности
Человеку свойственно ошибаться
Резюме *(точный перевод оригинала)*
Executive Summary *(оригинальный текст первоисточника)*
Четыре доклада
Уточнение
Как бесплатно скачать и прочитать оригиналы докладов
В чем заключается наша критика
О русском Вилли Кинге
Неотложная задача медицины
Безопасность пациентов в материалах ВОЗ
Выводы
Контрольные вопросы к главе 24
Практические задания к главе 24

Глава 25. Эргономика и медицинские ошибки

Наука о человеческих ошибках
В зале управления атомной электростанции
Не заставляйте меня думать!
Как улучшить работу ума врачей
Выводы
Контрольные вопросы к главе 25
Практические задания к главе 25

Часть IX. Перспективы клинической алгоритмической медицины

Глава 26. Новые требования к клиническим алгоритмам

Клинические алгоритмы первой волны
Типичная ошибка
Клинические алгоритмы нового поколения
Новые требования к клиническим алгоритмам
Зачем нужны клинические алгоритмы нового поколения
Чем отличается алгоритм от не-алгоритма
Выводы
Контрольные вопросы к главе 26
Практические задания к главе 26

Глава 27. Алгоритмы для эффективного клинического мышления

План рассказа
Что такое клиническое мышление? Говорит профессор А. В. Ягода
Нужны ли алгоритмы при клиническом мышлении

Учебное пособие по клиническому мышлению
Статья «Клиническое мышление и врачебная деятельность»
Критическое замечание
Информационный взрыв в медицине и алгоритмы
Клиническое мышление: решение новых задач, для которых отсутствуют алгоритмы
Как решить проблему отсутствующих алгоритмов
Чертеж алгоритма как наглядная опора клинического мышления
Полезная аналогия и визуальное клиническое мышление
Выводы
Контрольные вопросы к главе 27
Практические задания к главе 27

Глава 28. Клиническое мышление должно опираться на медицинский алгоритмический язык

Слабость алгоритмического мышления врачей и ее последствия
Почему некоторые врачи не могут принять решение
Как развить у студентов клиническое мышление
Концепция Самарского медицинского университета
Алгоритмы в среднем медицинском образовании
Анализ концепции Самарского медуниверситета
Анализ сложного логического условия
Наглядная опора клинического мышления
Выводы
Контрольные вопросы к главе 28
Практические задания к главе 28

Глава 29. Медицинский язык на скамье подсудимых

Естественные и формальные языки
Уточнение
Существующий медицинский язык тормозит развитие медицины
Ахиллесова пята медицины
Можно ли устранить дефекты языка
Модернизация медицинского языка
Как защитить врача от ошибки
Чрезмерная сложность мышления
Ошибочный диагноз
Интеллектуальная перегрузка врачей. Допустима ли она?
Почему исказили клятву Гиппократа
Актуальная проблема
Медицинский язык опасен для пациентов
Медицинский язык как проблема
Сравнение с конкурирующими предложениями
Только со смертью догмы начинается наука
Выводы
Контрольные вопросы к главе 29
Практические задания к главе 29

Глава 30. Клиническая алгоритмическая медицина

Медицина будущего
Десять целей клинической алгоритмической медицины
В медицине необходимы концептуальные изменения
Высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов
Помощь при принятии решений
Масштаб предстоящих перемен
История вопроса
Язык ДРАКОН в симуляционном обучении
Отзывы литовских врачей о языке ДРАКОН
Заключение ФУМО Минздрава РФ «Клиническая медицина» о языке Дракон
Роль медицинских журналов
Русский первооткрыватель Владимир Тавровский
Выводы
Контрольные вопросы к главе 30
Практические задания к главе 30

Заключение. Какой будет медицина будущего

Медицинский алгоритмический язык высокой точности
Эргономика медицинского языка ДРАКОН
Новое поколение клинических алгоритмов
Рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов
Профессиональные клинические алгоритмы
Алгоритмическая логика и невидимая математика
Клиническое мышление и концепция Самарского медицинского университета
Предложения для Всемирной организации здравоохранения
В медицине необходимы концептуальные изменения
Перспективы клинической алгоритмической медицины

Список литературы

Список авторов

Список сокращений

Предметный указатель

dalmatkowy.xx.pl

Введение
КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ: НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ

ПОМОЩЬ УЖЕ В ПУТИ

Есть много хороших книг по клиническим алгоритмам, много замечательных учебников. К сожалению, они очень трудные и сложные — придется затратить много сил, труда и времени. А нельзя ли найти другой путь?

Пора забыть о трудностях! Помощь уже в пути. Перед вами легкая и приятная книга, которую можно изучить быстро и без хлопот — вас выручат наглядные чертежи, которые называются *дракон-схемы,* или *дракон-алгоритмы.* Недаром говорят: один рисунок стоит тысячи слов.

Познакомиться с клиническими алгоритмами нового поколения поможет медицинский язык ДРАКОН. Почему ДРАКОН? Ответ простой: змея – символ медицины, а дракон – это змея с крылышками.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Клинические алгоритмы давно применяются в медицине, однако форма их представления имеет существенные недостатки. Это порождает врачебные ошибки и снижает безопасность пациентов. Чтобы устранить недочеты, разработан медицинский алгоритмический язык ДРАКОН. Он позволяет создавать клинические алгоритмы высокой точности, легкие для изучения медперсоналом и удобные для работы. Правила разработки клинических алгоритмов в лучших клиниках обобщены в виде правил языка ДРАКОН [1].

ДРАКОН предназначен для создания клинических алгоритмов нового поколения. Предполагается, что новое поколение алгоритмов позволит заметно облегчить труд врачей, сократить врачебные ошибки, повысить безопасность пациентов, ускорить приобретение процедурных медицинских знаний, улучшить медицинское образование.

ПОЧЕМУ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ТРУДНЫ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ

Существующий способ записи клинических алгоритмов (принятый во всем мире) выбран неудачно. Он устарел и превратился в тормоз развития

науки. Он не учитывает требования науки о человеческих факторах — эргономики. Этот устаревший способ упускает из виду психофизиологические характеристики человека (врача, использующего алгоритмы). И тем самым затрудняет и замедляет работу с алгоритмами.

В книге излагается новый взгляд на клинические алгоритмы. Мы покажем, что алгоритмы должны быть не только правильными, но и *дружелюбными* (doctor-friendly, user-friendly). Это позволит превратить головоломки в наглядные алгоритмы-картинки, легкие для восприятия, удобные для запоминания и полезные для анализа.

Медицинский язык ДРАКОН создает повышенный интеллектуальный комфорт, облегчает клиническое мышление, увеличивает эффективность лечебно-диагностического процесса. С его помощью вы научитесь легко и быстро, затратив минимум усилий, создавать и применять большие и сложные клинические алгоритмы.

КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ — ЧАСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КУЛЬТУРЫ ВРАЧА

Очень важно научиться самостоятельно создавать эргономичные, т. е. легкие для понимания алгоритмы. И показать, что это простое и даже приятное дело. На многочисленных примерах читатель убедится, что дружелюбные алгоритмы имеют огромные преимущества. Девиз ДРАКОНа: «Взглянул — и сразу понял!», «Посмотрел — и сразу разобрался!»

Умение читать, писать и понимать алгоритмы — настоятельная необходимость. Такое умение должно стать частью профессиональной культуры медицинских специалистов. Эта мысль проходит красной нитью через всю книгу.

Привычка составлять и анализировать алгоритмы позволяет улучшить работу ума врачей. И, что очень важно, избегать многих серьезных ошибок.

Как известно, медицинские ошибки являются острой и актуальной проблемой, их предотвращению уделяется большое внимание [2].

КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ

В медицине существуют подробные правила диагностики и лечения больных, которые выражают последовательность действий и решений врача. Эти правила воплощены в алгоритмах. *Клинический алгоритм* есть пошаговое описание действий врача при решении лечебно-диагностических задач и вопросов врачебной практики.

Проблема в том, что в подобных «описаниях» часто нет необходимой точности, нет однозначности. Неопределенность в медицинской литературе может привести к непониманию и является глубинным источником многих врачебных ошибок с тяжелыми последствиями.

Необходимо кардинально повысить качество клинических алгоритмов, уменьшить неопределенность, снизить вероятность врачебных ошибок и обеспечить безопасность пациентов.

Медицинский язык ДРАКОН предназначен для создания клинических алгоритмов *высокой точности*. Это позволит предотвратить врачебные ошибки и спасти многие жизни.

ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ МЕДИЦИНА ТОЧНОЙ НАУКОЙ?

Некоторые врачи настороженно и скептически относятся к алгоритмам: «Медицина относится к разряду наук неточных, железных алгоритмов в ней нет и быть не может» [3]. К счастью, подобные предрассудки начинают постепенно отмирать:

> «На протяжении многих лет медицину относили к неточным наукам. И это мнение во многом поддерживалось самими врачами, оправдывающими тем самым субъективные и объективные проблемы лечения пациентов. Представление о неточности медицины весьма серьезно пошатнулось в последние десятилетия» [4, p. 5].

Пагубную роль играет алгоритмическая неосведомленность врачей, которая серьезно тормозит алгоритмизацию медицины.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ НЕРЯШЛИВОСТЬ И НЕКОМПЕТЕНТНОСТЬ

Для медицинской литературы и системы медицинского образования характерны сокращенное, сжатое, неполное описание клинических алгоритмов, при котором некоторые шаги алгоритма не полностью определены или даже пропущены. Это имеет далеко идущие последствия и неблагоприятно отражается на показателях здоровья населения. Доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Российской академии

наук Г. В. Порядин (в прошлом декан лечебного факультета и проректор по учебной работе медуниверситета РНИМУ имени Н. И. Пирогова) отмечает:

> «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… – 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» [5].

Напрашивается неутешительный вывод. Налицо серьезные системные дефекты в ныне существующей практике описания клинических алгоритмов. Язык ДРАКОН позволяет успешно решить проблему; он помогает врачам исключать ошибки при создании и выполнении клинических алгоритмов и повысить безопасность пациентов.

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КЛИНИЧЕСКИМ АЛГОРИТМАМ

Клинический алгоритм состоит из двух документов:

- текстовое описание алгоритма;
- графический чертеж, или схема алгоритма.

Согласно обычной практике, чертеж считается желательным, но не обязательным наглядным пояснением (иллюстрацией) к тексту алгоритма. К чертежу обычно не предъявляются строгие требования.

Новые требования к клиническим алгоритмам таковы. Чертеж должен:

1. стать обязательным документом;
2. содержать всю необходимую информацию, чтобы студент или специалист, глядя только на чертеж и не подглядывая в текст, смог повторить алгоритм (выполнить шаг за шагом) точно и без ошибок.

Отсюда следует, что чертеж должен содержать всю необходимую для врача информацию. Именно такое требование предъявляется к чертежам клинических алгоритмов на языке ДРАКОН.

Цель в том, чтобы врачи, читая чертеж алгоритма, *понимали и исполняли его в точности одинаково, без разночтений.* Это значит, что отвергается обычная практика, при которой на чертеже некоторые шаги алгоритма не полностью определены или пропущены.

Новые требования

- Чертеж клинического алгоритма должен содержать все без исключения шаги алгоритма.
- Все шаги клинического алгоритма на чертеже должны быть полностью определены.

Подобные требования к чертежу клинического алгоритма никогда раньше не предъявлялись. Однако если мы хотим устранить врачебные ошибки и обеспечить безопасность пациентов, указанные требования становятся обязательными.

Чертеж клинического алгоритма должен обязательно содержать все действия врача, все решения врача, все временные интервалы и другую необходимую информацию. Тем самым мы устраняем серьезные системные дефекты в ныне существующей практике описания клинических алгоритмов.

Сокращенное, сжатое, неполное описание клинических алгоритмов, при котором некоторые шаги на чертеже алгоритма изложены недостаточно полно или вовсе отсутствуют, **запрещены**.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ЛОГИКА

Важную роль в алгоритмах играет логика. Многие люди с трудом понимают сложные логические выражения, содержащие логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ». В результате возникают досадные ошибки. Погрешности в клинических алгоритмах приводят к печальным последствиям и негативно отражаются на безопасности пациентов. Как избавиться от подобных неприятностей?

В языке ДРАКОН логические операции изображаются по-новому — с помощью удобной и прозрачной инфографики. Графика дает возможность удалить логические знаки «И», «ИЛИ», «НЕ» и за счет этого предотвратить многие ошибки.

Можно ли защитить алгоритмы от логических дефектов? Курс алгоритмической логики языка ДРАКОН позволит читателям узнать много интересного.

ДЛЯ ШИРОКОГО КРУГА РАБОТНИКОВ

Визуальный язык ДРАКОН обладает уникальными эргономическими характеристиками. В отличие от блок-схем, дракон-схемы сохраняют наглядность даже для сложных многостраничных алгоритмов.

ДРАКОН — оружие интеллекта. Он помогает ясно и четко мыслить. И значительно облегчает творческий процесс создания алгоритмов, делая его доступным для широкого круга медицинских работников.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ И КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Унификация и стандартизация — генеральная линия развития современной медицины. Важным примером служит периодически

обновляемая Международная классификация болезней (МКБ). Особый интерес представляет ГОСТ Р 56034-2014 «Клинические рекомендации (протоколы лечения). Общие положения» https://bit.ly/3yI51Dl .

К сожалению, указанный ГОСТ никак не регламентирует интересующую нас тему, а именно, форму представления клинических алгоритмов. Клинические алгоритмы по-прежнему пишут в свободной манере, без каких-либо общепринятых правил:

> «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» [6, p. 55].

В этом легко убедиться, сравнив между собой алгоритмы, например, в следующих источниках: [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13]. Авторы этих публикаций исходят из разных предпосылок и предлагают различные подходы к клиническим алгоритмам. Унификация и единые правила изображения алгоритмов полностью отсутствуют.

«ИГРА БЕЗ ПРАВИЛ» НЕДОПУСТИМА

Профессор И. В. Коробко из Минздрава РФ справедливо отмечает:

> «Применение клинических алгоритмов имеет давние традиции как для составления клинических рекомендаций и руководств, так и для практической медицинской деятельности» [14, p. 2].

Плохо то, что какие-либо правила для составления клинических алгоритмов отсутствуют, поэтому врачи-разработчики алгоритмов вынужденно действуют по принципу «кто во что горазд». Правила настоятельно необходимы, причем не какие-нибудь, а тщательно обоснованные правила, позволяющие получить эргономичные клинические алгоритмы высокой точности. Именно такие правила предлагает медицинский язык ДРАКОН.

ИГРА В ДЕТСКИЕ КУБИКИ И КОНСТРУКТОР АЛГОРИТМОВ

Дети любят играть в кубики. Язык ДРАКОН позволяет врачам совместить приятное с полезным. Клинические 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.

РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА-РАЗРАБОТЧИКА КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

В эпоху цифровой медицины клинические алгоритмы должны разрабатываться с помощью специального умного помощника — компьютерной программы ДРАКОН-конструктор.

Программист С. Б. Митькин создал удобное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов под названием DrakonHub. Где хранить создаваемые и уже созданные алгоритмы? Удобнее всего осуществлять хранение в базе данных.

Таким образом, рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов включает три позиции:

- программу ДРАКОН-конструктор DrakonHub;
- базу данных клинических алгоритмов DrakonHub;
- медицинский язык ДРАКОН.

ГДЕ СКАЧАТЬ ДРАКОН-КОНСТРУКТОР

Программу DrakonHub скачивать не надо. Это онлайн-программа, она работает в браузере вашего компьютера.

Рабочее место DrakonHub уже создано и круглосуточно готово к работе на сайте https://drakonhub.com/ Им могут пользоваться все желающие для индивидуальной или групповой разработки клинических алгоритмов. Нетрудно убедиться, что процесс рисования алгоритмов происходит удобно, легко и с большой скоростью. Подробнее см. главу 4.

САПОЖНИК БЕЗ САПОГ

Опытные врачи, исследователи и ученые, работая на переднем крае науки, создают новое медицинское знание, новые методы диагностики и лечения, которые воплощаются в алгоритмах диагностики и лечения. Это очень сложная, кропотливая, трудоемкая, творческая работа.

Есть ли специальные инструменты, помогающие врачам, ученым и преподавателям придумывать и разрабатывать клинические алгоритмы? Есть ли инструменты, облегчающие творческий труд по созданию алгоритмов диагностики и лечения? Делающие труд творческих работников комфортным, продуктивным, защищенным от ошибок?

Увы, таких инструментов нет ни в России, ни за рубежом. Между тем в эпоху цифровой медицины и новых требований к охране общественного здоровья с учетом пандемии COVID-19 [15] нужда в подобных инструментах становится очень острой.

Первые сдвиги уже сделаны. Программа ДРАКОН-конструктор — попытка облегчить жизнь врачей и повысить производительность их креативного труда на этапе перехода к клинической алгоритмической медицине.

СТАНДАРТ НА АЛГОРИТМЫ УСТАРЕЛ И НУЖДАЕТСЯ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ

Проблема стандартизации клинических алгоритмов имеет большое значение. Стандарт на блок-схемы алгоритмов ГОСТ 19.701-90 отстал от жизни и не удовлетворяет современным требованиям. Данный стандарт оказывает негативное воздействие на систему среднего и высшего медицинского образования России [16] [17].

С появлением дракон-схем (drakon-charts) блок-схемы алгоритмов по ГОСТ 19.701–90 полностью потеряли свое значение

На основании тщательного анализа сделан вывод:

- блок-схемы алгоритмов (flowcharts), описанные в ГОСТ 19.701-90 и международном стандарте ISO 5807:85, обладают серьезными дефектами; пользоваться ими недопустимо;
- вместо блок-схем для записи клинических алгоритмов следует использовать дракон-схемы (drakon-charts) [16, pp. 389-418] [17].

АКТУАЛЬНАЯ ЗАДАЧА

Актуальной задачей является ознакомление медицинского сообщества с инновационной технологией создания и практического использования эргономичных клинических алгоритмов высокой точности, построенных:

- на медицинском алгоритмическом языке ДРАКОН,
- с помощью цифрового рабочего места врача-разработчика клинических алгоритмов https://drakonhub.com/.

МЕДИЦИНСКИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ

Книга предназначена для студентов группы специальностей 31.00.00 «Клиническая медицина». Она может быть полезна для врачей других специальностей и фармацевтов.

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: на уровне лечебно-профилактического учреждения, на уровне регионов и на уровне всей страны.

Дракон-алгоритмы срывают шапку-невидимку с бизнес-процессов и делают их доступными для государева ока.

Бизнес-процессы предстают перед управленцами и контролирующими органами во всех деталях. Благодаря ДРАКОНу любая оплошность видна как на ладони. Руководитель сразу видит, где слабое место, и быстро устраняет управленческий прокол.

Клинические алгоритмы имеют несомненную связь с алгоритмами управления медициной. Об этом на заре алгоритмизации писал замечательный русский ученый, главный врач туберкулезного диспансера профессор Владимир Тавровский: «Клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения» [18, p. 165].

СТРУКТУРА КНИГИ

Книга состоит из девяти частей.

Часть I (главы 1–4) носит ознакомительный характер. Изучаем забавные бытовые алгоритмы и заодно осваиваем основные графические фигуры и понятия языка ДРАКОН.

Часть II (главы 5–8) описывает визуальные циклические алгоритмы.

В части III (главы 9–12) изложены различные способы изображения времени в клинических алгоритмах, а также совместная работа врачей. Здесь же приводится удобный справочник по графическим фигурам языка ДРАКОН.

Часть IV (главы 13, 14) посвящена обзору клинических алгоритмов от Гиппократа до наших дней

Часть V (главы 15–18) имеет особую ценность и посвящена **профессиональным клиническим алгоритмам,** выполняемым с помощью программы ДРАКОН-конструктор. Представлено большое число алгоритмов на языке ДРАКОН, взятых из практической жизни, например, «Проблема COVID-19. Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19». Примеры демонстрируют универсальность языка, показывают широкий спектр его возможностей для различных направлений медицины.

В части VI (главы 19–21) дан подробный курс медицинской алгоритмической логики.

Часть VII (главы 22, 23) описывает вопрос о медицинских алгоритмических системах и базах данных.

В части VIII (главы 24, 25) изложена проблема медицинских ошибок и безопасности пациентов, выявлена важная роль клинических алгоритмов.

В части IX (глава 26—30) обсуждаются перспективы клинической алгоритмической медицины. Рассматриваются новые требования к клиническим алгоритмам. Показано, что клиническое мышление должно опираться на медицинский алгоритмический язык. Описаны 10 целей клинической алгоритмической медицины. Предлагается принять язык ДРАКОН в качестве медицинского стандарта для наиболее удобного изображения клинических алгоритмов, а также включить указанный язык и программу ДРАКОН-конструктор в систему медицинского образования.

ЧТО ГОВОРЯТ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

«Если нужно рисовать алгоритм, теперь только и только на Драконе. Считаю, что он должен стать государственным стандартом для блок-схем вместо существующего. Удивительно, что авторы книг продолжают использовать прежние схемы, на которые после Дракона без ужаса смотреть невозможно» *(dvuugl)*.

«Это лучший язык для алгоритмов, ребята. Если вам нужно спроектировать алгоритм, вам нужен ДРАКОН» *(Сергей Сторожев).*

«ДРАКОН позволяет объяснять сложные концепции другим людям» *(Alan Lucero)*.

«Язык Дракон — это способ визуального описания алгоритмов, исключающий ошибки» *(vtral)*.

dalmatkowy.xx.pl

Часть I
АЛГОРИТМЫ ДЕЙСТВИЙ ВРАЧА

ВВОДНЫЙ КУРС

Глава 1
КАК НАРИСОВАТЬ АЛГОРИТМ

ИКОНЫ

На рисунке 1 показан простейший алгоритм. Читать его нужно сверху вниз. Он содержит шесть действий:

- Пойди на птичий рынок.
- Выбери самого красивого попугая.
- Купи попугая.
- Отнеси попугая домой.
- Посади попугая в клетку.
- Научи попугая говорить.

Действия выполняются последовательно, по очереди. Сначала одно, потом другое, затем третье.

Время направлено вертикально вниз. Алгоритм нарисован по принципу «Чем ниже, тем позже». Например, действие «Отнеси попугая домой» выполняется позже, чем действие «Купи попугая».

Каждая фигура на рис. 1 называется *иконой,* от английского слова *icon.*

Прямоугольная икона именуется «Действие». В иконах Действие пишут команды. Первым словом в команде должен быть глагол в повелительном наклонении:

- Пойди
- Выбери
- Купи
- Отнеси
- Посади
- Научи

В иконе Действие можно писать только одну команду.

Рис. 1. Алгоритм «История с попугаем»

ЧТО ТАКОЕ ШАГ АЛГОРИТМА

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

На рисунке 2 показаны шаги алгоритма. Не все фигуры являются шагами. Фигур восемь, а шагов только шесть.

На каждом шаге выполняется одно действие. Шаги выполняются поочередно 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 (памятка) для человека, который будет его выполнять.

Итак, мы выяснили, что алгоритм состоит из отдельных шагов. Если нет шагов, то нет и алгоритма. Без шагов алгоритма не бывает.

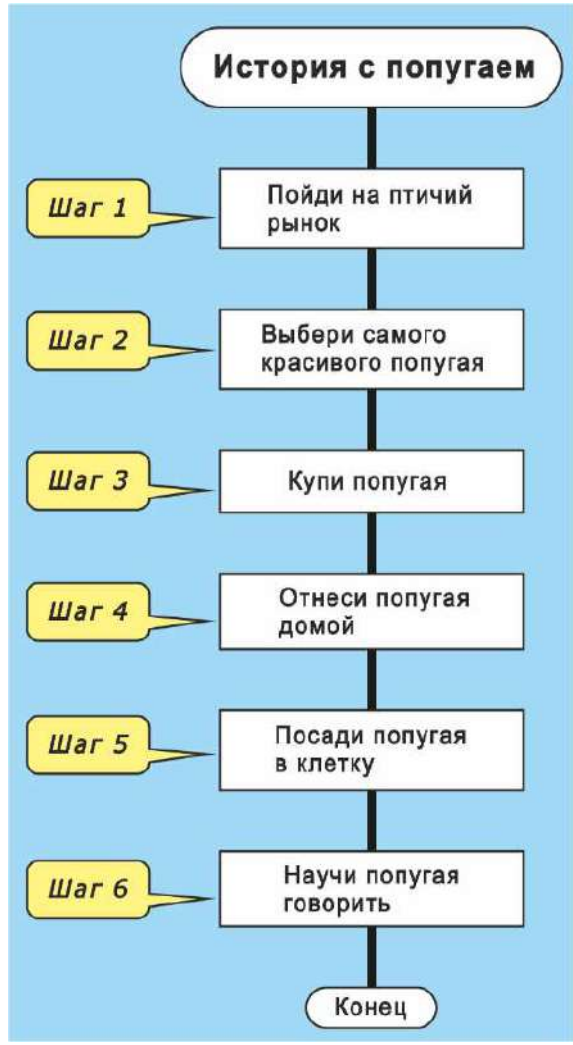


Рис. 2. Показаны шаги алгоритма «История с попугаем»

БЕГУНОК, ИЛИ РАБОЧАЯ ТОЧКА АЛГОРИТМА

Бегунок — это воображаемая точка, которая перемещается (бегает) по алгоритму. Зачем? Чтобы помочь студентам понять суть алгоритма.

Разумеется, она бегает не беспорядочно, а подчиняясь строгой дисциплине. Бегунок всегда держит путь из Начала в Конец, двигаясь по алгоритму от одной иконы к следующей. Точно так же, как поезд следует от одной станции к другой.

На рис. 2 бегунок начинает свой путь в самом верху. Приступая к работе, он (бегунок) объявляет название алгоритма «История с попугаем». Затем делает шаг вниз и читает приказ: «Пойди на птичий рынок». Затем спускается еще на шаг и читает следующий приказ «Выбери самого красивого попугая». Далее, действуя тем же порядком, бегунок перемещается вертикально вниз по всем иконам. И заканчивает свой путь в иконе Конец. Конец — делу венец.

Если вам не нравится слово «бегунок», вместо него можно сказать: *рабочая точка алгоритма.*

ИКОНА «ВОПРОС»

Рис. 3. Икона Вопрос

В верхней части рисунка 3 изображена икона Вопрос. Почему она так называется? Потому, что в ней пишут «да-нетный вопрос». То есть вопрос, на который можно ответить либо «Да», либо «Нет». Все другие ответы запрещены.

В нашей жизни да-нетные вопросы встречаются очень часто. Вот примеры: утюг сломался? Вася купил хлеб? Поезд пришел? Преступника арестовали? Делегация приехала? Спартак выиграл? Эта доска короче, чем та? На улице температура выше нуля?

На рис. 3 в иконе Вопрос находится вопросительное предложение: «Попугай боится подойти к кормушке?». При ответе «Да» выполняется действие «Рассыпь корм по дну клетки». При ответе «Нет» — «Насыпь корм в кормушку».

Чтобы понять смысл иконы Вопрос, нужно читать ее сверху вниз. Именно так поступает бегунок. Он входит в икону Вопрос сверху, а выходит вниз или вправо.

Алгоритмы нужны, чтобы решать сложные жизненные задачи. Такие задачи обычно содержат много развилок. Поэтому в алгоритмах нередко приходится использовать икону Вопрос. Ее применяют всякий раз, когда нужно выбрать одно направление из двух.

Иногда в алгоритме надо сделать не одну, а целый ряд развилок. Для этого используют несколько икон Вопрос.

ЧТО ТАКОЕ РЕШЕНИЕ

Рис. 4. Показаны шаги при разветвлении алгоритма.
На 1-м шаге принимается решение.
На 2-м шаге выполняется действие.

Следует различать два понятия: действие и решение.

Решение — это обоснованный ответ на да-нетный вопрос.

На рис. 2 все шаги описывают действия. На рис. 3 изображена более сложная картина — наряду с действиями появилось *решение*.

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

Икона Вопрос выполняет две функции:

- организует развилку,
- обозначает решение.

Решение имеет сложную структуру. Как показано на рис. 4, в его состав входят четыре элемента:

- икона Вопрос;
- текст вопроса, записанный внутри иконы;
- выход из иконы, помеченный словом Да;
- выход, помеченный словом Нет.

Решение состоит в том, что человек должен выбрать один из двух выходов иконы Вопрос. Проще говоря, он решает: Да или Нет? Для этого надо внимательно посмотреть на попугая.

Если попугай боится есть из кормушки — Да.

Если не боится — Нет (рис. 3).

Что такое шаг алгоритма

- Это действие или решение.
- Один шаг — одно действие или одно решение.

ЧТО ТАКОЕ ШАМПУР

На рисунках 1–4 имеется жирная вертикальная линия. Присмотритесь к ней внимательно. Она прямая, как стрела — не имеет ни изгибов, ни изломов, ни разрывов. Эта линия называется *шампур.* Почему шампур? Потому что она пронизывает иконы алгоритма точно так же, как настоящий стальной шампур пронизывает кусочки будущего шашлыка.

В языке ДРАКОН понятие *шампур* играет важную роль, помогая выявить структуру алгоритма и представить ее в наглядном виде.

В чем ценность шампура? Прямой, как штык, шампур вводит в алгоритм строгий порядок и устраняет путаницу.

СИЛУЭТ И ТРИ ШАМПУРА

Правило

Выполнить алгоритм – значит пройти путь от начала до конца алгоритма

Применим это правило к рисунку 5. На нем изображена алгоритмическая конструкция *силуэт.* Попробуем понять, как силуэт работает. Проследим движение бегунка от иконы Заголовок до иконы Конец.

Выехав из Заголовка, бегунок мчится отвесно вниз по крайнему левому шампуру. Он движется через станции (рис. 5):

- Покупка попугая.
- Пойди на птичий рынок.
- Выбери самого красивого попугая.
- Купи попугая.
- Отнеси попугая домой.
- Приручение попугая.

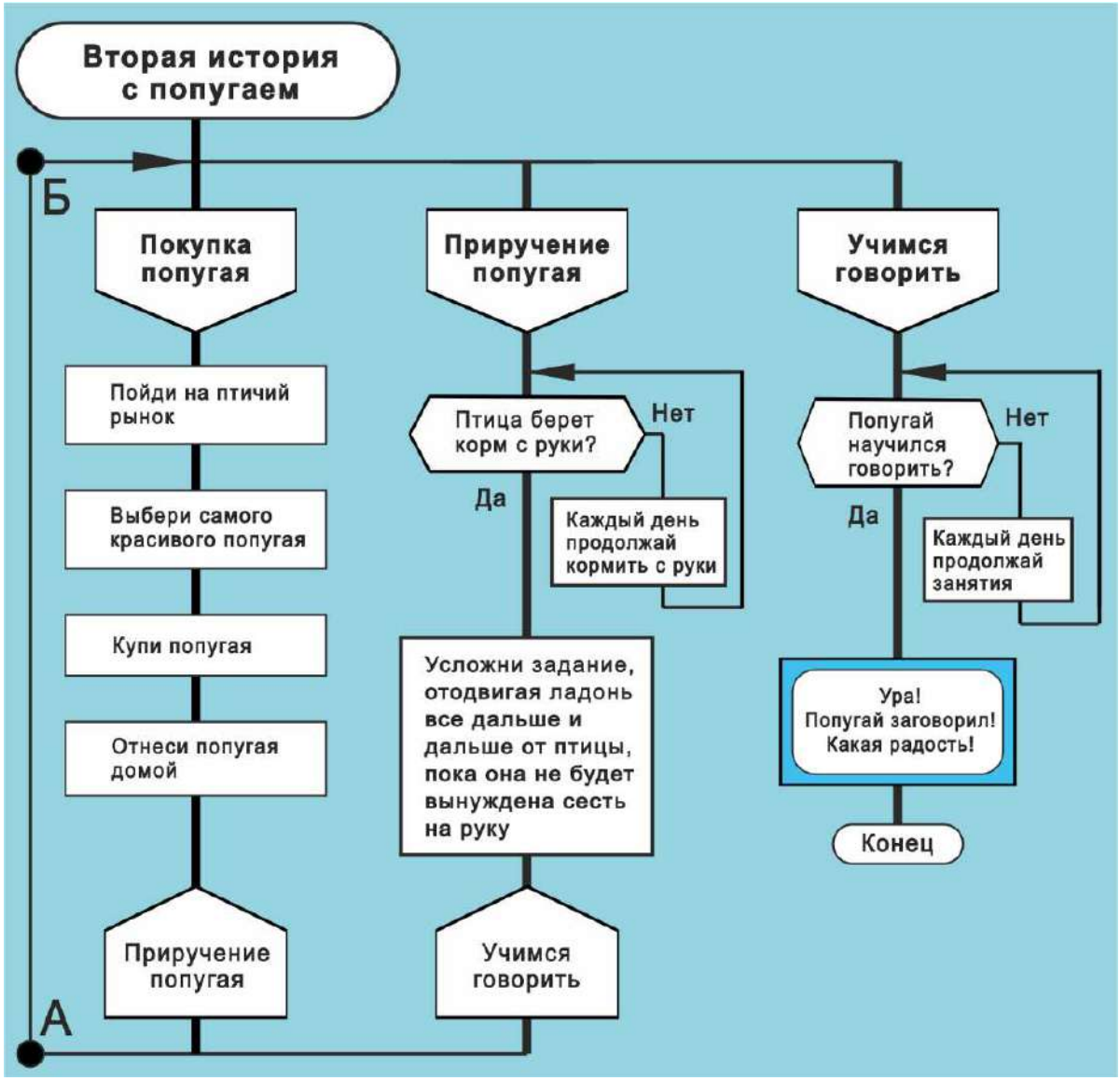


Рис. 5. Алгоритм-силуэт «Вторая история с попугаем»

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 «Приручение попугая».

На рисунке 5 видно, что данная станция находится в начале второго шампура. Но как бегунок доберется туда? По какой линии?

Ответ прост. Выехав из иконы «Адрес», бегунок сворачивает налево и попадает в точку А (рис. 5). Потом движется вверх к точке Б. Затем едет направо по стрелке и въезжает в верхнюю икону «Приручение попугая».

Дальше все ясно. Бегунок скользит вниз по второму шампуру. Добравшись до иконы Адрес, узнает адрес следующей станции («Учимся говорить»). Затем огибает схему по линии АБ, попадает в начало третьего шампура и спускается по нему до конца. На этом выполнение алгоритма заканчивается.

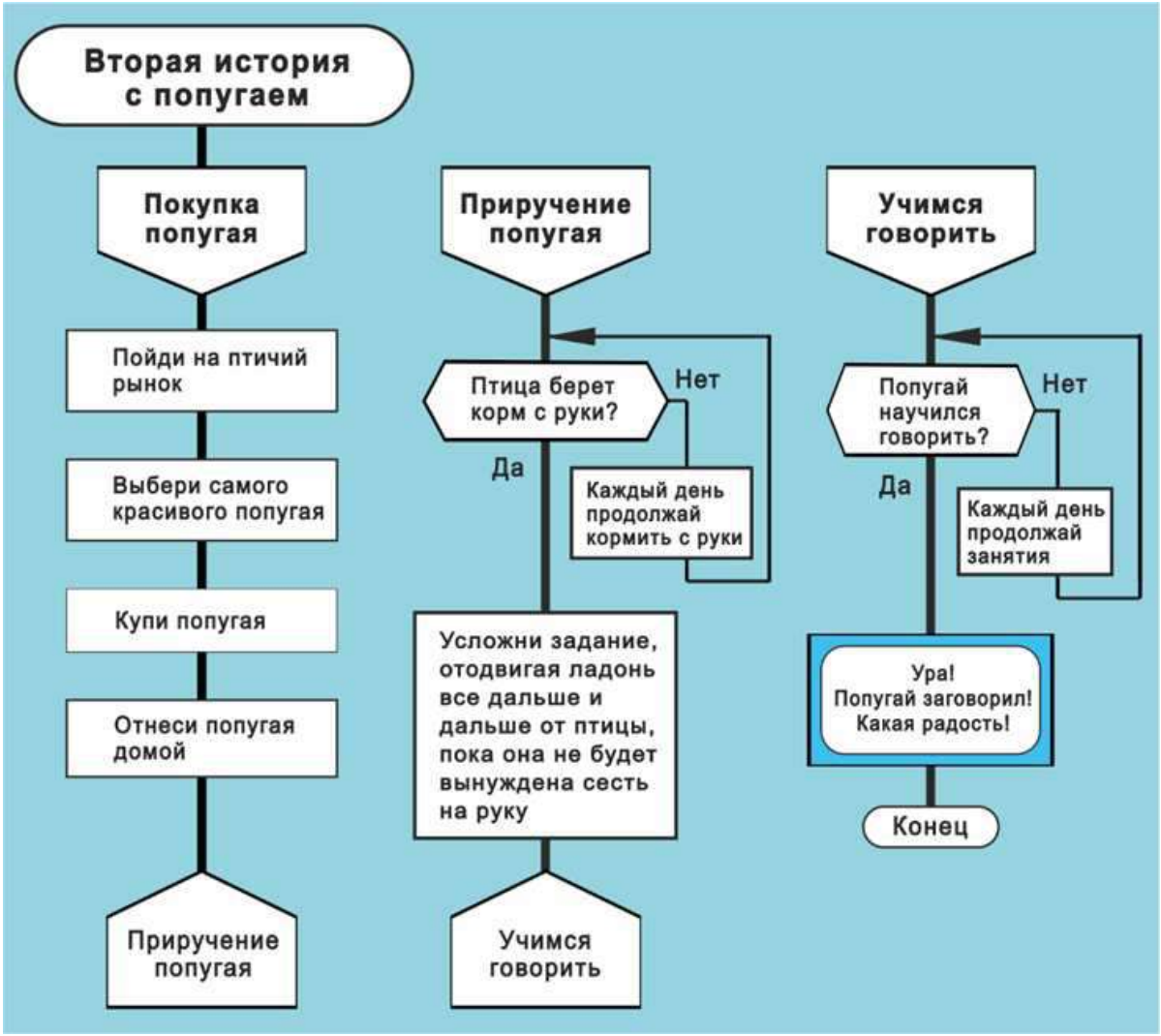


Рис. 6. Алгоритм с удаленным контуром

В ЧЕМ СЕКРЕТ ИКОНЫ «АДРЕС»

Сейчас мы поступим, как чеховский злоумышленник – будем разбирать рельсы. Рельсы — это линии контура, окружающие алгоритм на рис. 5.

Контур содержит:

- нижнюю горизонтальную линию (шину), проходящую через точку А;
- верхнюю горизонтальную линию (шину), проходящую через точку Б;
- линию АБ;
- стрелку справа от точки Б.

Давайте полностью удалим контур — получим рисунок 6. Как будет работать силуэт после таких 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 левому шампуру. Опустившись до конца, он 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 (Приручение попугая). Зная адрес, бегунок прыгнет туда, куда нужно – в начало второго шампура. И поедет вниз. Добравшись до конца второго шампура, совершит второй прыжок. И попадет в третий шампур. И так далее

Таким образом, икона «Адрес Z» – это команда «Прыгни в начало «шампура Z». Или, выражаясь по-научному, «Передай управление в начало шампура Z». Данная команда передает приказ: «Брось данный шампур и начни выполнять шампур Z». (Выполнить шампур – значит исполнить нанизанные на него команды).

Переходя от рис. 5 к рис. 6, мы для упрощения стёрли линии контура. Теперь мы убедились, что для работы алгоритма они совершенно не нужны. Маршрут бегунка определяют не они, а указания, записанные в иконе Адрес.

ВАЖНАЯ РОЛЬ ЭРГОНОМИКИ

Тем не менее, указанные линии не следует удалять по эргономическим соображениям. Обрамляющие линии образуют контур алгоритма. Контур — это очень важно. Почему?

Потому что линии контура 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. Это наглядно видно на рисунке 6.

ЕЩЕ ОДНА ФУНКЦИЯ КОНТУРА

Маршрут — это путь, идущий от начала до конца алгоритма. В сложном алгоритме может быть много маршрутов. Возникает задача — проследить каждый маршрут и убедиться, что он не содержит ошибок. Для этого полезно провести непрерывную линию из начала в конец. Или, что одно и то же, провести линию пальцем (или указкой), не отрывая палец от бумаги или экрана.

Если есть контур, провести такую линию можно. А если контур исчез, как на рисунке 6 — нельзя.

ШАМПУР И ВЕТКА

Шампур — это просто жирная вертикальная линия (вертикаль). Строго говоря, иконы, которые на нее нанизаны, не входят в понятие шампура. На рис. 5 имеются иконы, находящиеся справа от шампура. Поэтому надо различать два понятия: *шампур* и *ветка*.

Ветка есть зрительно-смысловая часть алгоритма. Она содержит не только шампур, но и связанные с ним иконы, а также соединительные линии. Силуэт на рисунке 5 разбит на три ветки, которые имеют содержательные названия:

- Покупка попугая.
- Приручение попугая.
- Учимся говорить.

Что такое икона «Адрес Z»

Это команда, передающая управление в начало ветки Z

КАК СЛЕДУЕТ РАСПОЛАГАТЬ ВЕТКИ НА ЧЕРТЕЖЕ

Ветки упорядочены двояко: логически и пространственно. Логическая последовательность исполнения веток определяется метками, 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 на рис. 6, как колоду карт. И расположим их на чертеже в произвольном порядке. Легко сообразить, что подобное «перепутывание» веток никак не отразится на работе алгоритма. Ведь очередность веток зависит только от команд Адрес. И совсем не зависит от расположения веток на листе бумаги. Словом, сколько ветки ни тасуй, получим тот же самый алгоритм.

Запомните

- 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 на чертеже. 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 включается в работу.

Правило

Ветки нужно располагать слева направо согласно принципу: «Более правая ветка работает позже, чем любая ветка, находящаяся левее нее» (кроме веточных циклов).

Алгоритм, нарисованный согласно правилу «Чем правее – тем позже», считается хорошим, эргономичным (рис. 5). Схемы, где это правило нарушено, объявляются плохими. Их использование запрещено.

АЛГОРИТМ «ПОДГОТОВКА К ПОКУПКЕ ПОПУГАЯ»

Алгоритм есть вереница действий, или последовательность команд. Именно такая последовательность содержится в алгоритме на рис. 7. Читаем:

- Купи клетку для попугая.
- Вставь в клетку кормушку.
- Выбери комнату, где будет жить попугай.
- Выбери место для клетки.
- Повесь клетку в нужное место.

Дальше следует да-нетный вопрос:

- Нравится?

Если «Нет», не нравится, следует команда:

- Перевесь клетку в другое место.

После того, как хозяин разобрался с клеткой и водворил ее на место, звучит последний приказ:

- Создай в комнате нужную температуру и влажность.

На этом алгоритм заканчивается.

Рис. 7. Алгоритм «Подготовка к покупке попугая»

ИКОНА «ВСТАВКА»

В нижней части рисунка 7 появилась необычная икона с двойными линиями по бокам. Она называется *Вставка* и обозначает отсутствующий алгоритм. Надпись «Создай в комнате нужную температуру и влажность» говорит о том, что речь идет о другом алгоритме, который здесь не поместился и не показан.

А где же он показан? Он обязательно должен быть раскрыт где-нибудь в подходящем для этого месте. Причем читатель должен иметь возможность попасть в это место и ознакомиться с алгоритмом.

Таким образом, икона Вставка — это всего лишь памятный знак. Знак напоминает, что алгоритм «Создай в комнате нужную температуру…» подробно разрисован не здесь, а на другом чертеже. Слово «вставка» означает, что икону Вставка можно мысленно удалить, а вместо нее мысленно *вставить* нужный алгоритм.

ЧТО ТАКОЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

Схема на рис. 8 позволяет сделать в алгоритме развилку на три направления. Для этого используются две иконы Вопрос. Однако задачу можно решить и другим способом — с помощью переключателя (рис. 9).

Переключатель — разветвление алгоритма на несколько тропинок, которые потом сливаются в одну. Переключатель сложная структура. Он 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. 9. 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.

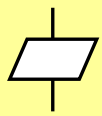
Попробуем описать, как работает переключатель. Описание обычно начинается со слова «если». Вот примеры.

- Если светофор зеленый — жми на газ.
- Если светофор желтый — притормози.
- Если светофор красный — стой (рис. 9).

Что такое переключатель

- Это часть алгоритма, имеющая один вход и один выход, внутри которой алгоритм разветвляется на несколько дорожек.
- Переключатель содержит икону Выбор и несколько икон 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

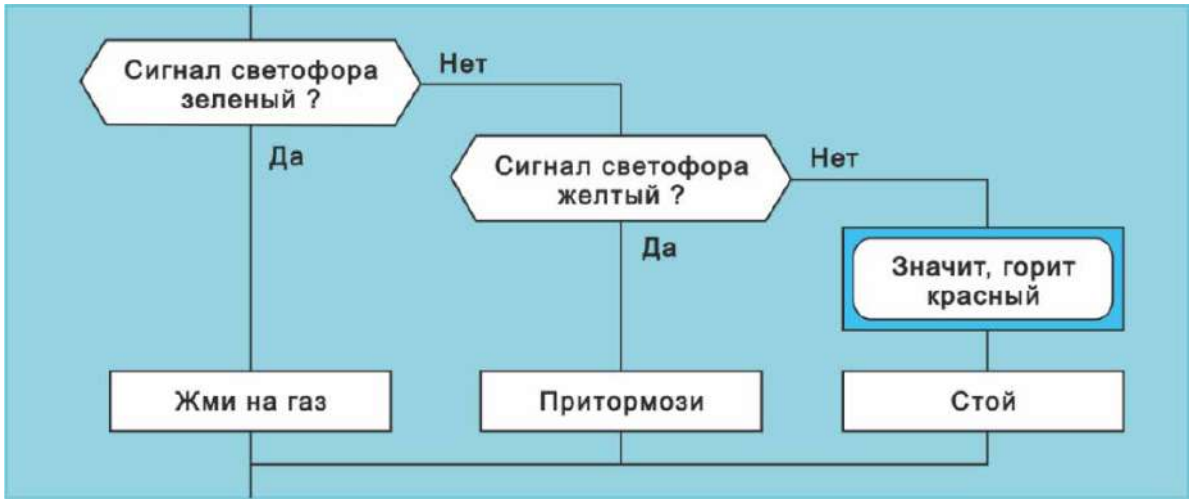


Рис. 8. Развилка на три направления, построенная с помощью иконы Вопрос

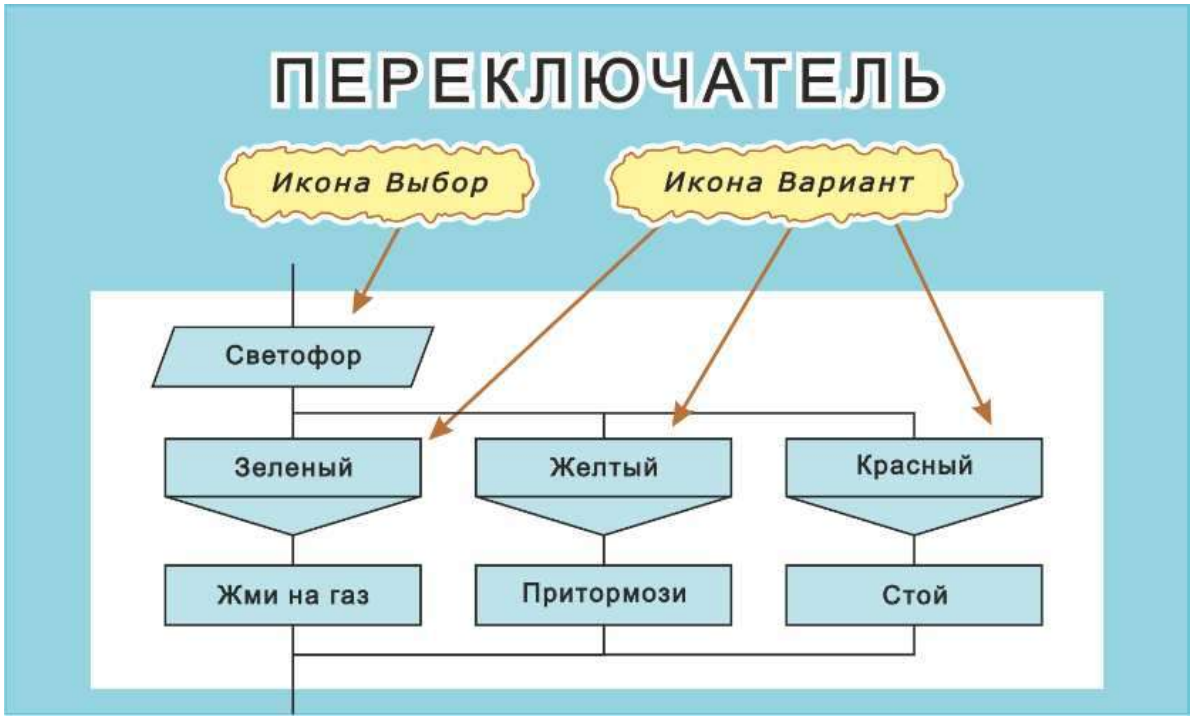


Рис. 9. Развилка на три направления, построенная с помощью переключателя

КАКИЕ ИКОНЫ МЫ УЖЕ ЗНАЕМ. ЗОЛОТАЯ ДЮЖИНА

ДРАКОН — графический язык. Он имеет графические буквы (иконы). Необходимо запомнить их. Нужно знать, как они выглядят и как называются. Это нетрудно.

К этому моменту мы познакомились с «золотой дюжиной» графических фигур языка ДРАКОН.

Проверьте себя. Закройте названия на рис. 10 рукой или газетой и, глядя на фигуры, постарайтесь вспомнить, как они называются. После этого просмотрите предыдущие рисунки (рис. 1–9) и найдите на них все 12 фигур.

Учтите, что в состав золотой дюжины входят десять икон (1–10) и две составные иконы, или макроиконы (11 и 12).

Самые ходовые среди них — иконы Действие и Вопрос.

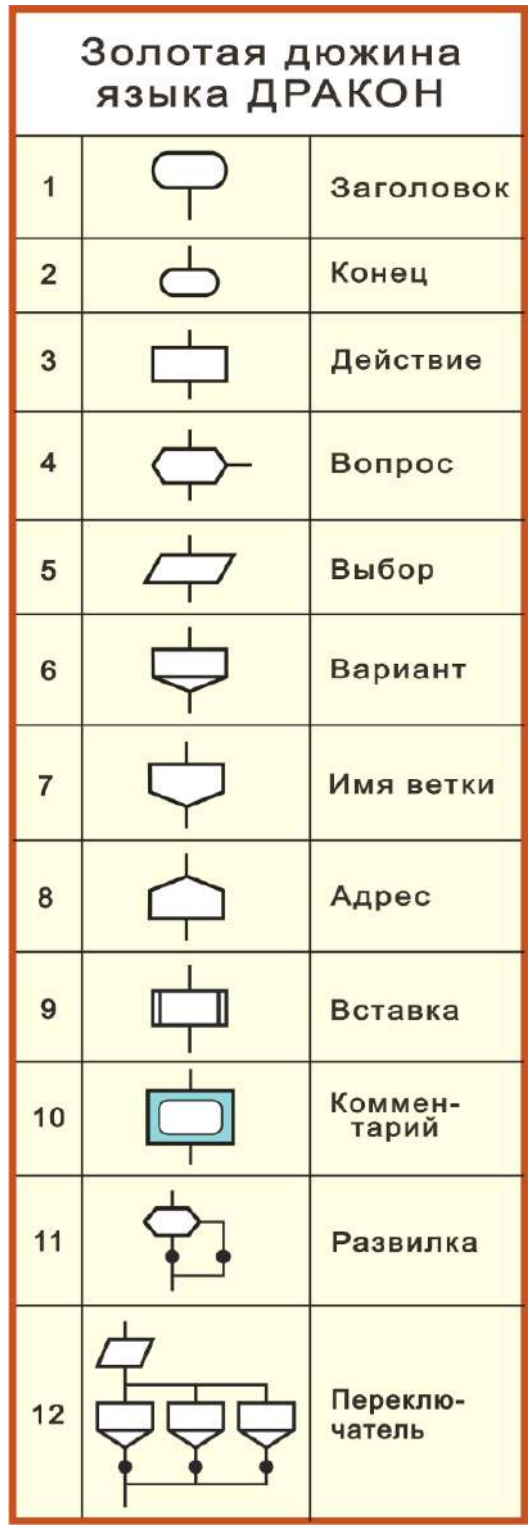


Рис. 10. Часто используемые фигуры в алгоритмах

ВЫВОДЫ

1. Алгоритм делится на шаги, которые выполняются друг за другом.
2. Один шаг — одно действие или одно решение.
3. Маршрут — путь, идущий от начала до конца алгоритма.
4. Бегунок — рабочая точка алгоритма.
5. В иконе Вопрос пишут «да-нетный вопрос».
6. Ветка есть зрительно-смысловая часть силуэта.
7. Каждая ветка имеет один шампур.
8. Икона «Адрес Z» — это команда, передающая управление в начало ветки Z.
9. Ветки в силуэте расположены по принципу «Чем правее, тем позже».
10. Переключатель содержит икону Выбор и несколько (две и более) икон Вариант.
11. Алгоритм имеет одну икону Заголовок и одну икону Конец.
12. В иконе Конец пишут слово Конец.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 1

1. Икона Вставка обозначает отсутствующий алгоритм. Что это значит? Где показан отсутствующий алгоритм? Что такое памятный знак? Приведите примеры.
2. Можно ли в иконе Действие писать несколько команд?
3. Что такое решение? Из каких элементов оно состоит? Приведите примеры.
4. Что такое ветка? Для чего она используется в языке ДРАКОН?
5. Что такое шампур? Для чего он используется в языке ДРАКОН?
6. Из каких икон состоит переключатель?
7. Чем отличается форма иконы Вариант от иконы «Имя ветки»?
8. Перечислите иконы, с которыми мы уже познакомились.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 1

1. Что такое бегунок?
- Икона Вопрос.
- Рабочая точка алгоритма.
- Икона Действие.

2. Что такое да-нетный вопрос?
- Вопрос, содержащий противоречие.
- Вопрос, на который можно ответить: Да, Нет, Неизвестно.
- Вопрос, на который можно ответить: либо Да, либо Нет.

3. Первым словом в команде должен стоять
- Шаг алгоритма.
- Глагол в повелительном наклонении.
- Заголовок.

4. Что такое икона «Адрес С»?
- Команда, передающая управление в начало ветки Z.
- Команда, передающая управление в начало любой ветки.
- Команда, передающая управление в начало ветки С.

5. Сколько шампуров имеет ветка?
- Один.
- Несколько.
- Ни одного.

6.Может ли шампур иметь следующие особенности
- Изломы.
- Изгибы.
- Искривления.
- Разрывы.
- Шампур — прямая вертикальная линия.

7. Какие иконы входят в состав переключателя?
- Икона Вопрос и икона Действие.

- Икона Выбор и несколько икон Вариант.
- Икона Вариант и несколько икон Адрес.

8. Переключатель имеет:

- Два входа и один выход.
- Один вход и один выход.
- Один вход и несколько выходов.

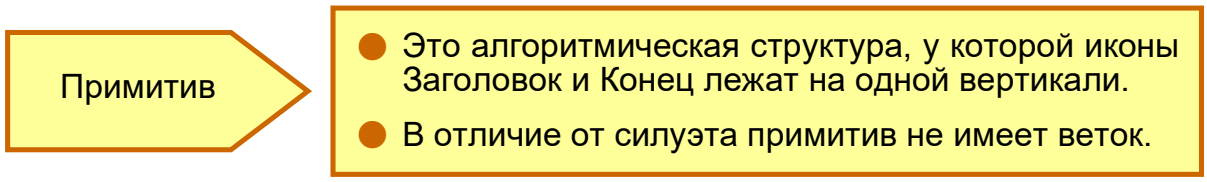
Глава 2
ПРИМИТИВ И СИЛУЭТ

ЧТО ТАКОЕ ПРИМИТИВ

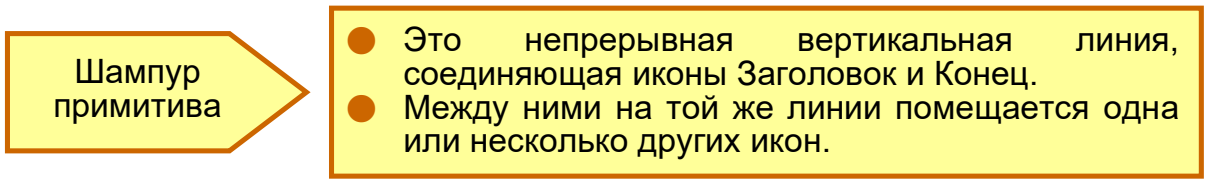
В языке ДРАКОН есть два логически законченных алгоритмических чертежа.

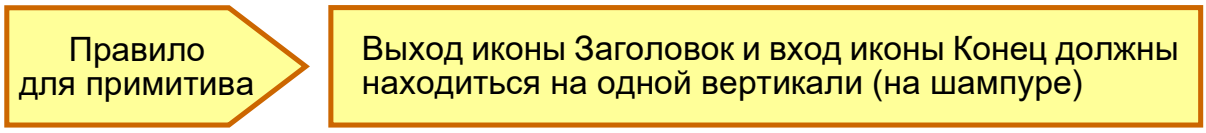
- силуэт (о котором шла речь выше);
- примитив.

Примитивы показаны на рис. 1, 2 и 7.



ШАМПУР ПРИМИТИВА





Если правило выполняется, дракон-схема становится упорядоченной, эргономичной, легкой для чтения. И наоборот, нарушение правила делает схему корявой, изломанной, неудобной для глаза.

ЧТО ТАКОЕ ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ ПРИМИТИВА

Вспомним, что маршрут — это путь, ведущий от начала до конца алгоритма.

На рис. 1 показан неразветвленный алгоритм. В нем всего один маршрут. В разветвленном алгоритме на рис. 11 таких маршрутов четыре. Если тропинок несколько, среди них можно выделить главный и боковые маршруты.

Главный маршрут алгоритма

Это путь от начала до конца алгоритма примитив, который ведет к наибольшему успеху (happy path)

На рис. 11 главный маршрут проходит по левой вертикали. В самом деле, левая вертикаль означает, что дела идут хорошо, ибо человек здоров. Остальные маршруты описывают нежелательную или даже плохую ситуацию.

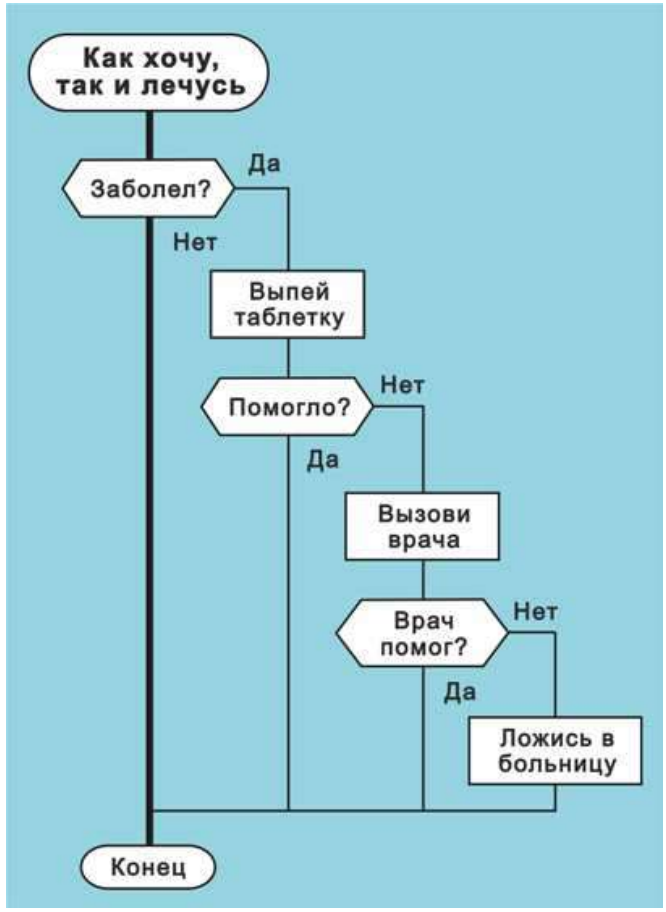


Рис. 11. В примитиве маршруты упорядочены слева направо

ПРАВИЛО ГЛАВНОГО МАРШРУТА

Рассмотрим задачу. В запутанном лабиринте, соединяющем начало и конец сложного алгоритма, нужно выделить один-единственный маршрут — царскую дорогу, путеводную нить. С ней можно зрительно сравнивать все прочие маршруты, чтобы легко сориентироваться в задаче и не заблудиться в путанице развилок.

Путеводная нить должна быть визуально легко различима. Бросив беглый взгляд на дракон-схему, мы должны обнаружить четкие ориентиры, позволяющие сразу и безошибочно увидеть «царский» маршрут и упорядоченные относительно него остальные маршруты. Для этого служит правило главного маршрута. Оно гласит: *главный маршрут алгоритма примитив должен идти по шампуру.*

Это значит, что царский маршрут не может оказаться где-то на задворках дракон-схемы, где его днем с огнем не сыскать. Нет, он всегда должен находиться на самом почетном месте — на крайней левой вертикали. Соблюдение правила делает схему зрительно упорядоченной, предсказуемой и интуитивно ясной.

Если правило главного маршрута по каким-то причинам оказалось нарушенным (рис. 13), нужно поменять местами слова «Да» и «Нет» в развилках, а также присоединенные к ним гирлянды икон. Действуя таким путем, всегда можно добиться, чтобы на царском пути оказался тот выход иконы Вопрос, который ведет к наибольшему успеху (рис. 12).

Правило главного маршрута	Главный маршрут алгоритма примитив должен идти по шампуру

ПРАВИЛО БОКОВЫХ МАРШРУТОВ

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

Дракон-алгоритм превращает хаос в порядок. Для наглядности эта мысль развернута на рис. 11. Все маршруты упорядочены согласно правилу: «Чем правее расположен маршрут, тем более неприятную ситуацию он описывает».

Самая первая, крайняя слева вертикаль — это шампур. По ней идет главный маршрут, имеющий оценку «хорошо», потому что человек здоров (рис. 11). Вторая вертикаль описывает легкое недомогание, которое можно снять таблеткой. Третья вертикаль говорит: самочувствие ухудшилось, нужен врач. Наконец, крайняя правая вертикаль отражает самую неблагоприятную ситуацию – пришлось лечь в больницу.

ПАМЯТКА ДЛЯ ПРИМИТИВА

На рисунке 11 хорошо видны особенности алгоритма примитив:

- Иконы Заголовок и Конец находятся на единой вертикали, которая называется *шампур.*
- Шампур рисуют жирной (highlighted) линией. Шампур не может иметь разрывов, изломов и изгибов.
- По шампуру проходит главный (наиболее благоприятный для пациента) маршрут алгоритма.
- Все вертикали (маршруты алгоритма) упорядочены слева направо по принципу «чем правее, тем хуже».
- Крайний правый маршрут (четвертая вертикаль на рис. 11) — наименее благоприятный для пациента, потому что пришлось лечь в больницу.
- Все иконы и соединительные линии расположены справа от шампура. Шампур занимает крайнюю левую вертикаль.
- В иконе Вопрос (шестигранник) выход влево запрещен.
- Пересечения линий, обрывы и внутренние соединители запрещены.

Что такое боковой маршрут	Это любой маршрут разветвленного алгоритма за исключением главного

Правило боковых маршрутов

Боковые маршруты алгоритма рисуют справа от шампура по принципу: «Чем правее — тем хуже»

Рис. 12. Хорошая (эргономичная) схема. Главный маршрут идет по шампуру

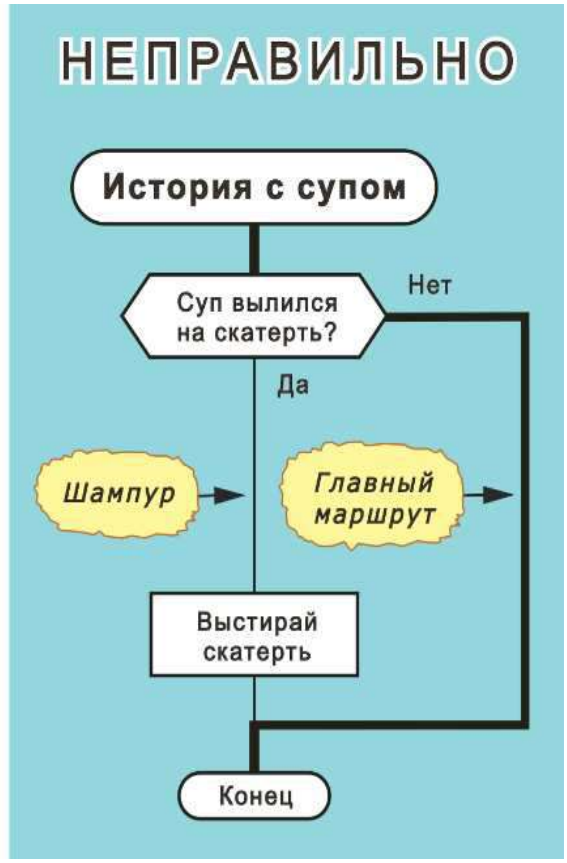


Рис. 13. Плохая схема. Нарушено правило «Главный маршрут должен идти по шампуру»

ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ ПРИНЦИП «ЧЕМ ПРАВЕЕ, ТЕМ ХУЖЕ» НЕ РАБОТАЕТ

Что ж, бывает и такое. Ничего страшного. Надо придумать какой-нибудь другой принцип, подходящий к вашей задаче. Например: чем правее, тем ниже, или, наоборот, тем выше. Идея проста. Смещение вправо от главного маршрута должно быть не произвольным и хаотичным, а продуманным и логичным.

Годятся любые правила, позволяющие сделать схему упорядоченной. Для разных задач могут понадобиться разные правила. Но у всех правил есть общая черта. В схеме должен быть не хаос, а порядок. Здесь действует

Правило хорошей хозяйки

Если постараться, порядок всегда можно навести

ЧТО ЛУЧШЕ: ПРИМИТИВ ИЛИ СИЛУЭТ?

Конечно, силуэт. Силуэт является мощным и чрезвычайно эффективным орудием языка ДРАКОН.

Примитив применяют в самых простых случаях, когда число икон в дракон-схеме не превышает 10–15 штук. Во всех остальных случаях следует использовать силуэт.

ПРИМИТИВ ХОРОШ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЙ

В данной книге мы используем примитив для удобства читателей, чтобы на простых примерах объяснить правила языка ДРАКОН.

Вот пример. Ветку силуэта (не весь силуэт, а лишь одну ветку) можно сравнить с примитивом. Что для этого нужно?

На рисунке 5 мы видели силуэт из трех веток. Выберем из них любую, например, ветку «Приручение попугая».

Рис. 14. Примитив, полученный из ветки на рис. 5

А теперь сделаем следующее. Из этой ветки удалим две иконы: Имя ветки и Адрес. А вместо них вставим иконы Заголовок и Конец. В результате ветка на рис. 5 превратится в примитив на рис. 14. Узнаете?

Мы убедились, что любая одноадресная ветка силуэта является аналогом примитива.

Подведем итоги. В языке ДРАКОН есть две конструкции: силуэт и примитив. На практике в подавляющем большинстве случаев используют силуэт для средних, сложных и сверхсложных задач. Примитив используется редко, для самых простых алгоритмов.

В ЛЮБОМ ДЕЛЕ НУЖЕН ПОРЯДОК

Чтобы алгоритм был понятным, он должен быть стройным, красивым, упорядоченным, то есть эргономичным. Он не должен содержать непредсказуемые и хаотичные хитросплетения линий и икон.

Язык ДРАКОН был разработан, в частности, потому, что традиционные блок-схемы алгоритмов, с эргономической точки зрения, не выдерживают критики. В сложных случаях они напоминают лабиринт, в котором легко запутаться.

ДРАКОН выгодно отличается тем, что его графический узор подчиняется жестким и тщательно продуманным правилам, облегчающим чтение и понимание клинических алгоритмов. Дракон-схема есть упорядоченная, правильно построенная блок-схема, наглядно и полностью показывающая все маршруты алгоритма [16] [19] [20].

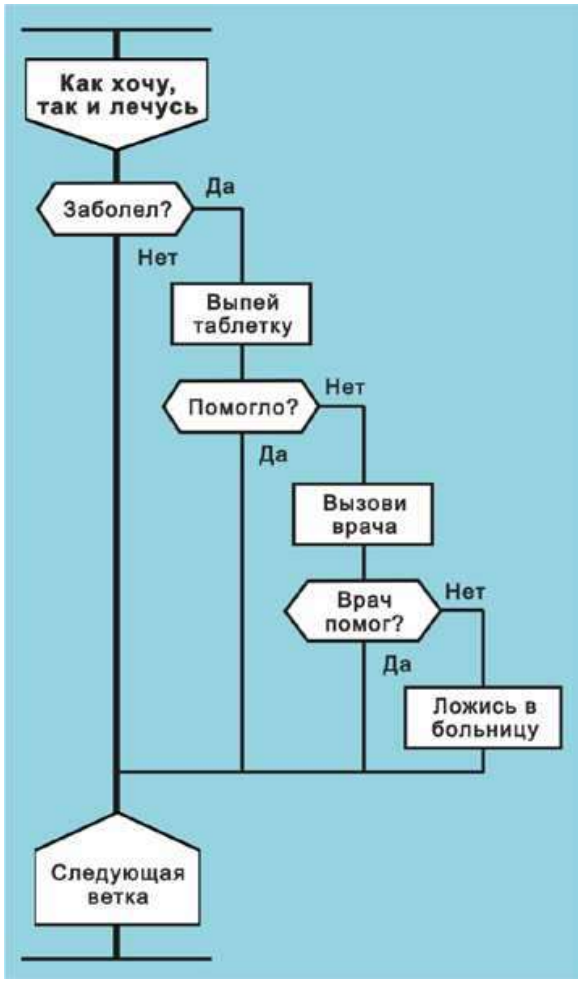


Рис. 15. В ветке маршруты упорядочены слева направо. Ветка получена из примитива на рис. 11

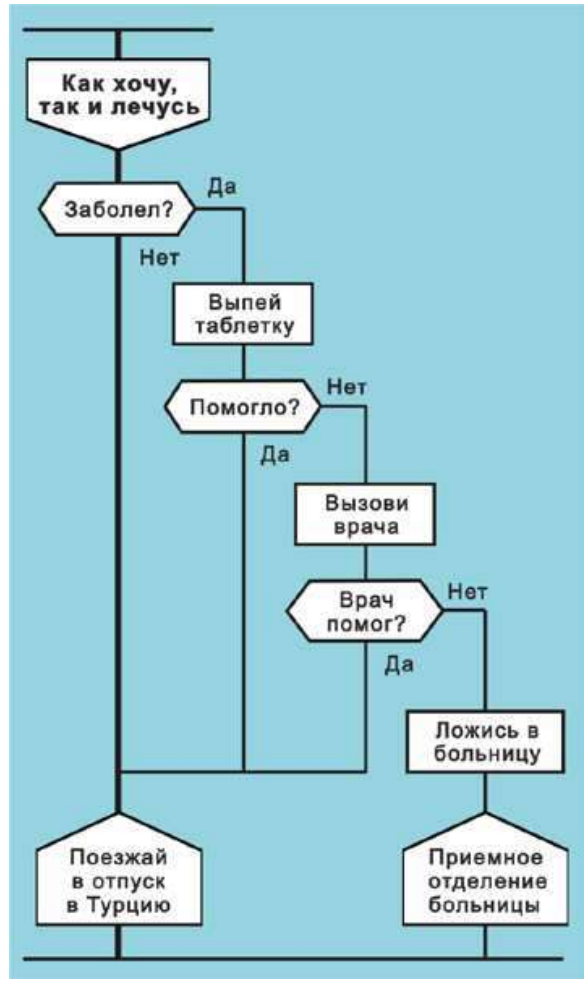


Рис. 16. Ветка с двумя иконами Адрес (двухадресная ветка)

ПРИМИТИВ — АНАЛОГ ВЕТКИ СИЛУЭТА

Мы только что превратили ветку на рис. 5 в примитив на рис. 14. А теперь выполним обратную операцию — превратим примитив на рис. 11 в ветку на рис. 15.

Проведем взглядом по всем вертикалям ветки слева направо (рис. 15). Мы обнаружим не хаос, а строгий порядок. Потому что маршруты нарисованы не как попало, а по правилам. В результате чертеж алгоритма обретает четкую зрительно-смысловую структуру, которая облегчает работу мысли. Читая такую схему, человек не станет плутать в потемках, так как при ее составлении использовано мудрое правило: *«Все хорошее — слева, все плохое — справа».*

УТОЧНЕНИЕ

Приглядимся внимательно к рис. 15. Мы видим, что левые три вертикали закачиваются благополучно, а правая нет — пришлось лечь в больницу.

Значит, вертикали следует разделить на две части, как показано на рис. 16. Благополучную часть (левые три вертикали) объединим и присоединим к иконе Адрес «Поезжай в отпуск в Турцию». У четвертой вертикали иная судьба — она заканчивается иконой Адрес «Приемное отделение больницы».

Рис. 16 несет новую информацию. Мы узнали, что ветки силуэта могут иметь не одну икону Адрес, а несколько. Всего до пяти икон Адрес.

Ветка называется одноадресной, если у нее одна икона Адрес (рис. 15). На рис. 16 представлена двухадресная ветка.

ВЫВОДЫ

1. Язык ДРАКОН имеет две алгоритмические структуры:
   - силуэт;
   - примитив.
2. Примитив — это малый алгоритм, который, в отличие от силуэта, не имеет веток.
3. Следует различать:
   - главный маршрут;
   - боковые маршруты.
4. Главный маршрут идет по шампуру.
5. Боковые маршруты находятся справа от главного. Они располагаются слева направо по принципу: «Чем правее, тем хуже».
6. Если указанный принцип нельзя применить, боковые маршруты должны подчиняться правилу: «Смещение вправо от главного маршрута должно быть не произвольным, а упорядоченным».
7. Примитив является аналогом ветки силуэта.
8. Ветка силуэта может иметь несколько икон Адрес (от одной до пяти).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 2

1. Чем отличается примитив от силуэта? Сколько у примитива веток? Сколько шампуров?
2. Чем отличается главный маршрут от бокового?

3. Назовите правило главного маршрута для примитива. Назовите правило боковых маршрутов.
4. Как превратить одноадресную ветку силуэта в примитив? А двухадресную?
5. Что делать, если принцип «чем правее, тем хуже» не работает? Приведите примеры.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 2

1. Что такое примитив?

- Силуэт, не имеющий веток.
- Силуэт, имеющий только одну ветку.
- Силуэт, имеющий две ветки.
- Малый алгоритм, который, в отличие от силуэта, не имеет веток.

2. Где находятся боковые маршруты?

- Боковые маршруты находятся слева от главного маршрута.
- Боковые маршруты находятся справа от главного маршрута.
- Боковые маршруты находятся сверху от главного маршрута.
- Боковые маршруты находятся снизу от главного маршрута.

3. Назовите правило главного маршрута для примитива:

- Главный маршрут должен идти справа от шампура.
- Главный маршрут должен идти по шампуру.
- Главный маршрут должен идти слева от шампура.
- Главный маршрут не должен пересекать шампур.

4. Как превратить одноадресную ветку силуэта в примитив?

- Надо удалить две иконы: Имя ветки и Адрес, а вместо них вставить иконы Заголовок и Конец.
- Надо удалить две иконы: Действие и Адрес, а вместо них вставить иконы Заголовок и Конец.
- Надо удалить две иконы: Имя ветки и Действие, а вместо них вставить иконы Заголовок и Конец.

5. Как исправить ошибку на рис. 13?

- Надо поменять местами Да и Нет.
- Надо перенести икону «Выстирай скатерть» на правую вертикаль.
- Надо выполнить два действия: 1) поменять местами Да и Нет; 2) перенести икону «Выстирай скатерть» на правую вертикаль.

6. На каком рисунке нарушено правило «Главный маршрут должен идти по шампуру»?

- Рис. 11.
- Рис. 12.
- Рис. 13.
- Рис. 14.

7. Какой ответ правильный?

- Число веток всегда равно числу икон Адрес.
- Икона Вопрос имеет один вход и один выход.
- Число веток всегда равно числу шампуров.

8. Чем различаются иконы Вариант и Имя ветки?

- Икона Вариант имеет три горизонтальных отрезка, а икона Имя ветки — только один.
- Икона Вариант имеет один горизонтальный отрезок, а икона Имя ветки — два.
- Икона Вариант имеет два горизонтальных отрезка, а икона Имя ветки — только один.

9. Сколько веток имеет силуэт?

- Две и больше.
- Только одну.
- Три и больше.
- Ни одной.

Глава 3
ПРИЕМЫ, УЛУЧШАЮЩИЕ ПОНЯТНОСТЬ АЛГОРИТМОВ

На ошибках мы горим! —
Мне сказал Алеха.
Непонятный алгоритм —
Это очень плохо.
Мы ошибки победим!
Надо сделать вот чего —
Надо сделать алгоритм
Ясным и доходчивым!

Юрий Примашев

ОШИБКИ И НЕПОНЯТНЫЕ АЛГОРИТМЫ

Ошибки в клинических алгоритмах приносят большой вред. Если алгоритм трудно понять, можно не заметить затаившуюся ошибку. Ошибка в клиническом алгоритме опасна тем, что может привести к врачебной ошибке, а последняя — к смерти, стойкой инвалидности или нанести пациентам иной вред.

Чтобы сократить число ошибок в клинических алгоритмах, нужно научиться создавать алгоритмы легкие для понимания. В этой главе мы познакомимся с эффективными приемами, позволяющими улучшить ясность и понятность алгоритмов. В результате алгоритмы станут удобочитаемыми, легкими для понимания и удобными для работы.

ПЕРВЫЙ ПРИЕМ: УБЕРИ ФИГУРЫ-БЛИЗНЕЦЫ С ПЛОХИМ НИЗОМ

Иногда бывает, что в дракон-схеме иконы повторяются. Например, на рис. 17 икона «Съешь кашу» встречается три раза. Это нехорошо. Навязчивые повторения раздражают читателя, которому приходится тратить время и несколько раз читать одно и то же. К счастью, некоторые повторы можно устранить. Такая возможность появляется, если одинаковые иконы находятся рядом, причем их выходы соединены между собой. Это и есть «плохой низ» (рис. 17). В этом случае действует

Правило. Повторы запрещены

Устранение повторов производится с помощью горизонтальной линии и называется *горизонтальное объединение* (рис. 18). При этой операции несколько икон объединяются в одну. В нашем случае нужно:

- выделить три фигуры «Съешь кашу», выходы которых присоединены к нижней горизонтальной линии (плохому низу);
- объединить входы упомянутых икон горизонтальной линией,
- удалить две правые фигуры «Съешь кашу» и их отростки.

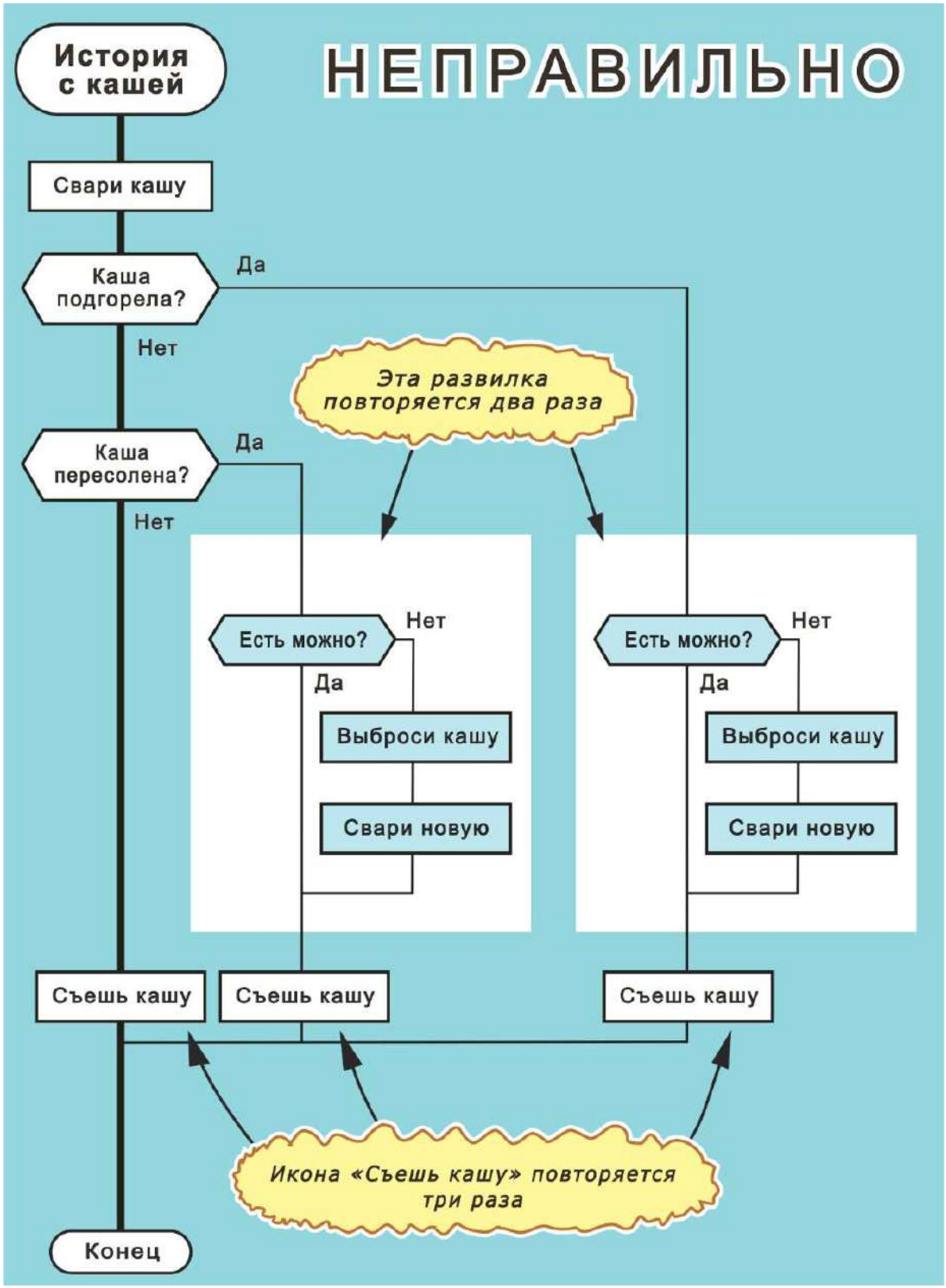


Рис. 17. Очень плохая дракон-схема.
Правило «Повторы запрещены» нарушено в двух местах

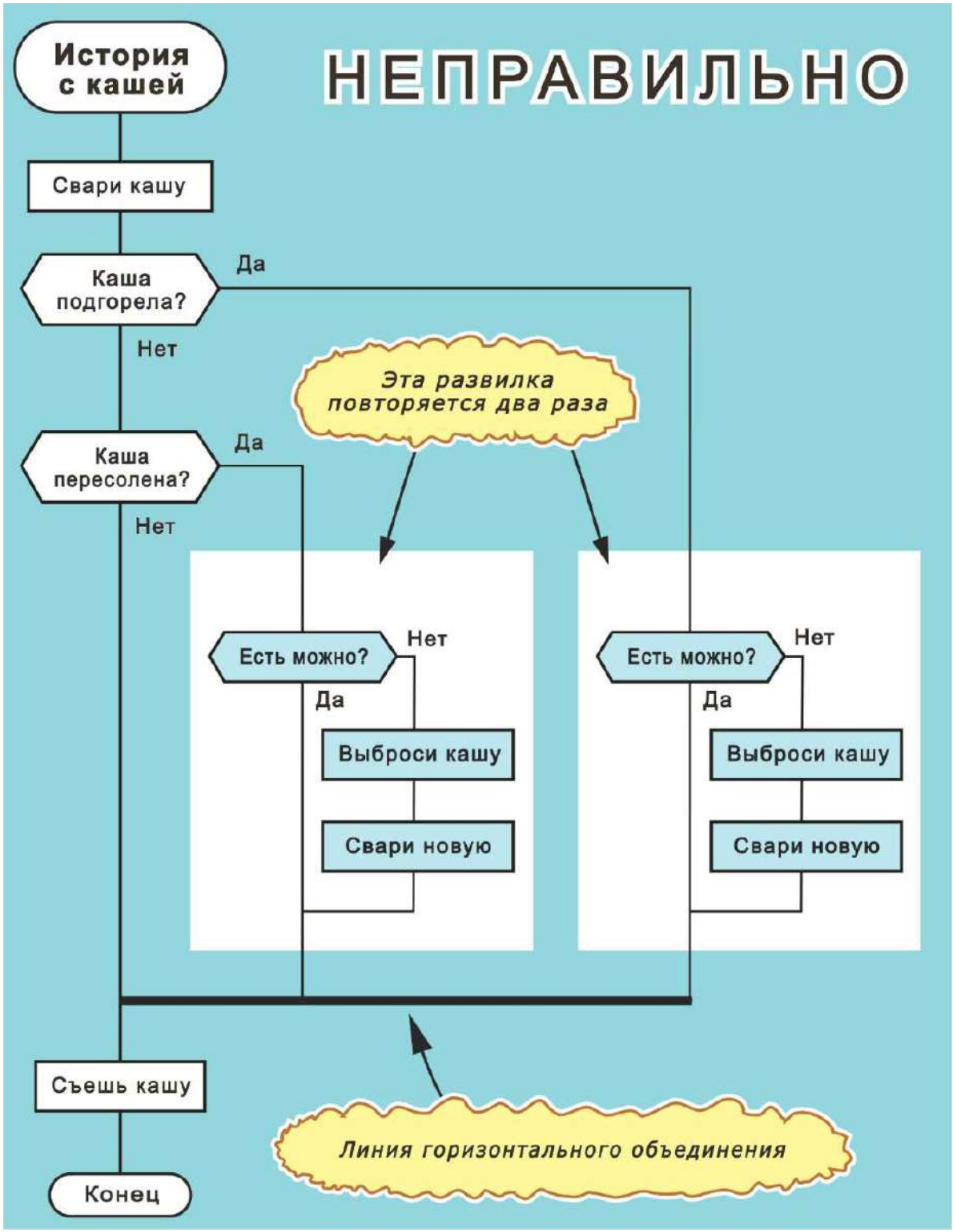


Рис. 18. Данная схема получена из рис. 17 в результате удаления двух икон «Съешь кашу» с помощью горизонтальной линии. Однако работа еще не закончена. Нужно устранить оставшиеся повторы

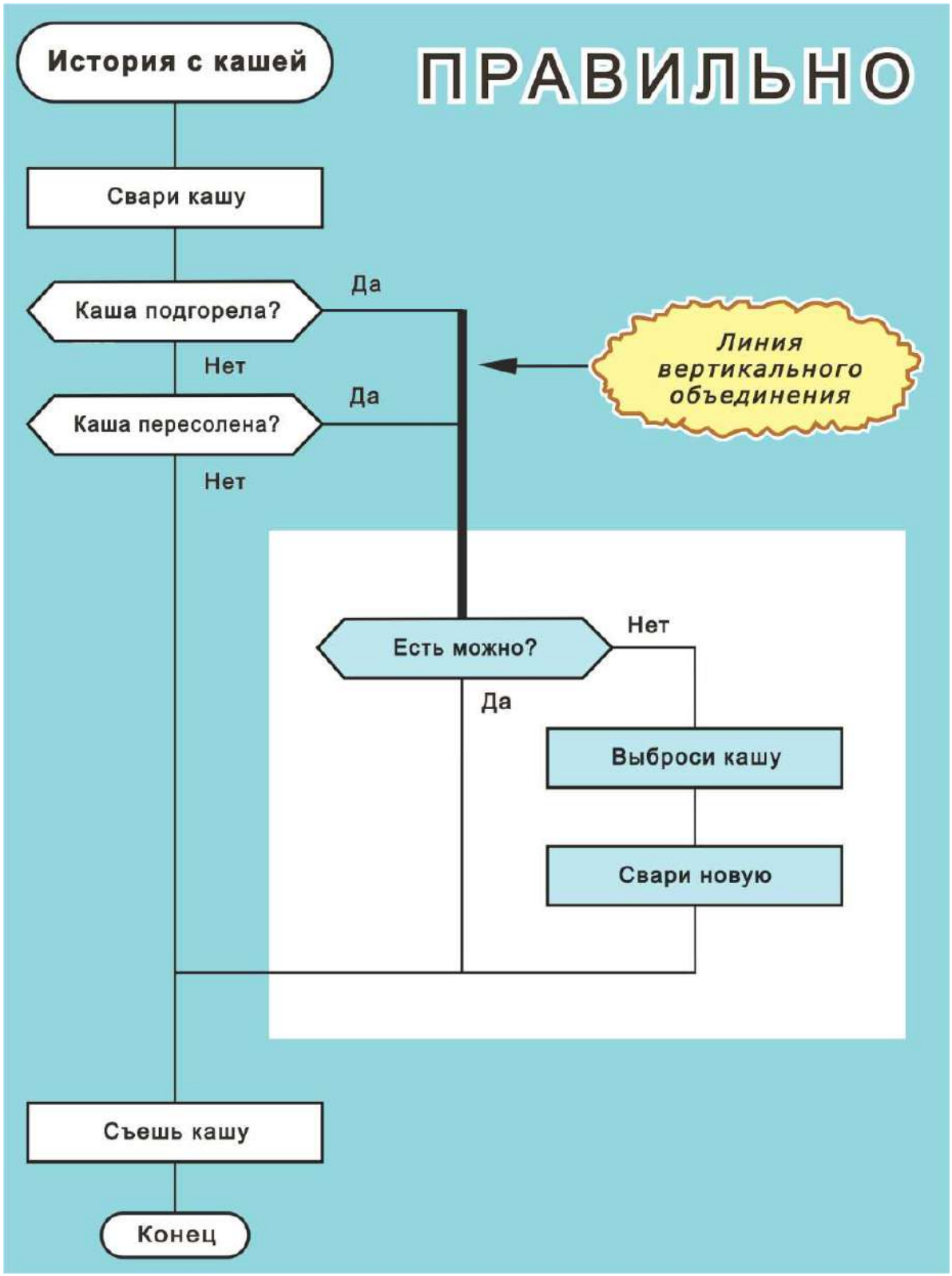


Рис. 19. Хороший (ясный и наглядный) дракон-алгоритм. Все повторы устранены. Данная схема получена из рис. 18 в результате объединения двух развилок «Есть можно?»

ВТОРОЙ ПРИЕМ: УБЕРИ ФИГУРЫ-БЛИЗНЕЦЫ С ПЛОХИМ ВЕРХОМ

На рис. 18 есть недостаток — повторяются два белых квадрата с развилкой «Есть можно?». Чтобы убрать дефект, надо использовать другой прием — на этот раз уже не горизонтальное, а *вертикальное объединение.*

При этой операции несколько блоков объединяются в один. Это делается так:

- выделяем две фигуры (два белых квадрата с развилкой «Есть можно?»), выходы которых присоединены к нижней горизонтальной линии;
- входы упомянутых блоков объединяем вертикальной линией. Эта линия исправляет «плохой верх»;
- удаляем правого близнеца (белый квадрат с развилкой «Есть можно?») и все его отростки.

Окончательный результат показан на рис. 19. Легко заметить, что схема на рис. 19 более удобна и занимает меньше места, чем исходная схема на рис. 17. Самое главное, она стала проще и намного понятнее.

ОДИНАКОВЫЕ АЛГОРИТМЫ, НАРИСОВАННЫЕ ПО-РАЗНОМУ

На рис. 20 и 21 изображены два в точности одинаковых алгоритма, но начерчены они по-разному. Почему они одинаковые? Потому что оба алгоритма описывают два одинаковых маршрута:

Первый маршрут	Второй маршрут
История с кошкой. Кошка голодная? **Нет** **Поиграй с кошкой.** Конец.	История с кошкой. Кошка голодная? **Да** **Накорми кошку.** Конец.

Почему же они нарисованы по-разному? Чтобы показать правильное и неправильное положение главного маршрута.

На рис. 20 показана неудачная схема, в ней нарушено правило «Чем правее, тем хуже». Почему? Голод не тетка. Если кошка голодная, это плохо; если сытая, хорошо. Главный маршрут должен идти там, где хорошо для кошки, там, где кошка сытая. Следовательно, царский путь идет по маршруту:

- История с кошкой.
- Кошка голодная?
- Нет
- Поиграй с кошкой.
- Конец.

На рис. 20 главный маршрут грубо отклонился от шампура, а на рис. 21 нарисован правильно.

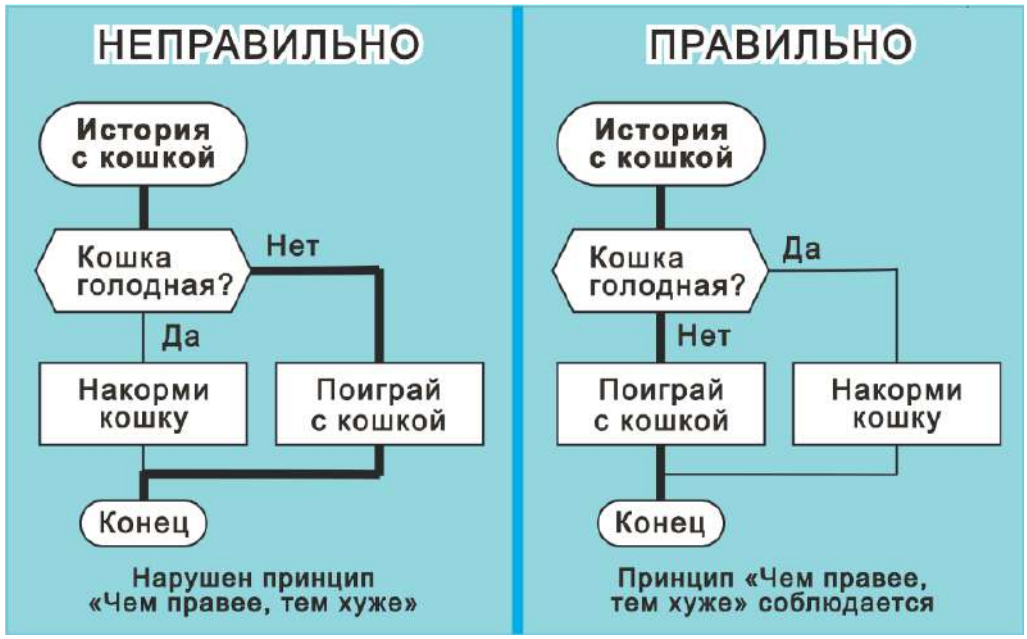


Рис. 20. Плохая схема. Нарушено правило «Главный маршрут должен идти по шампуру»

Рис. 21. Рокировка исправила схему на рис. 20, выпрямила главный маршрут и пустила его по шампуру

РОКИРОВКА

Если мы по ошибке нарисовали плохую схему на рис. 20, ее можно быстро исправить и превратить в хорошую схему на рис. 21 с помощью операции, которая называется *рокировка.* Рокировка одновременно выполняет два действия:

- Меняет местами Да и Нет.
- Меняет местами иконы «Накорми кошку» и «Поиграй с кошкой».

Рокировка устраняет оба недостатка на рис. 20:

- выпрямляет изломанный главный маршрут;
- переносит голодную кошку на боковой маршрут (рис. 21).

Таким образом, дефектную схему на рис. 20 можно с помощью рокировки улучшить и преобразовать в корректную, эргономичную схему на рис. 21.

Рокировка обладает удивительным свойством. Она может исправить плохое и создать хорошее, переделать брак в образец.

> Рокировка видоизменяет внешний облик алгоритма, не меняя его по существу. При рокировке смысл алгоритма не меняется

Операция «рокировка» относится не ко всему алгоритму, а только к одной развилке (как показано на рис. 20, 21).

ИСПОРЧЕННЫЙ ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ. КАК ЕГО ИСПРАВИТЬ

Мы старались показать, что рокировка полезная вещь. Осталось выяснить, как с пользой для дела использовать ее на практике.

Рассмотрим более сложную задачу. Не одну-единственную развилку, а солидный алгоритм «Обед в ресторане», содержащий шесть развилок.

На рис. 22 показана плохая, неэргономичная 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 линию, которая постоянно делает скачки и сбивает с толку читателя. Чтобы исправить промах, нужно несколько раз сделать рокировку.

Заранее можно предсказать, что для исправления всех дефектов операцию «рокировка» придется выполнить шесть раз — по числу имеющихся в схеме развилок.

Начнем по порядку.

Первый раз делаем рокировку в развилке «В меню есть ваш любимый салат?», второй — в развилке «Есть хоть какой-то салат?». Двойная рокировка позволяет пустить главный маршрут по шампуру на верхнем участке схемы. Однако внизу главный маршрут по-прежнему совершает неоправданные скачки и зигзаги (рис. 23).

Затем делаем рокировку в развилке «Борщ очень вкусный?». И еще раз в развилке «Борщ пересолен?». Тем самым улучшаем среднюю часть дракон-алгоритма (рис. 24).

Нам осталось выпрямить главный маршрут на нижнем участке. Для этого переставляем плечи у двух развилок: «Жаркое как подошва?» и «Другая порция еще хуже?».

В результате шести рокировок намеченный план полностью выполнен. Запутанная схема на рис. 22 превратилась в хорошую (эргономичную) схему на рис. 25.

Подведем итоги. Выпрямляя главный маршрут, мы делаем алгоритм более наглядным и легким для понимания. Главный маршрут — это путеводная нить алгоритма, позволяющая быстрее уяснить суть дела и не заблудиться в путанице развилок.

А теперь – самое интересное. Мы осуществили выпрямление главного маршрута не случайно, не методом проб и случайного успеха, 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 на практике убедились, что рокировка позволяет улучшить наглядность, доходчивость и эргономичность алгоритма.

Закон рокировки придает нашим эргономическим действиям (позволяющим выпрямить дефектный главный маршрут) математическую строгость и точность

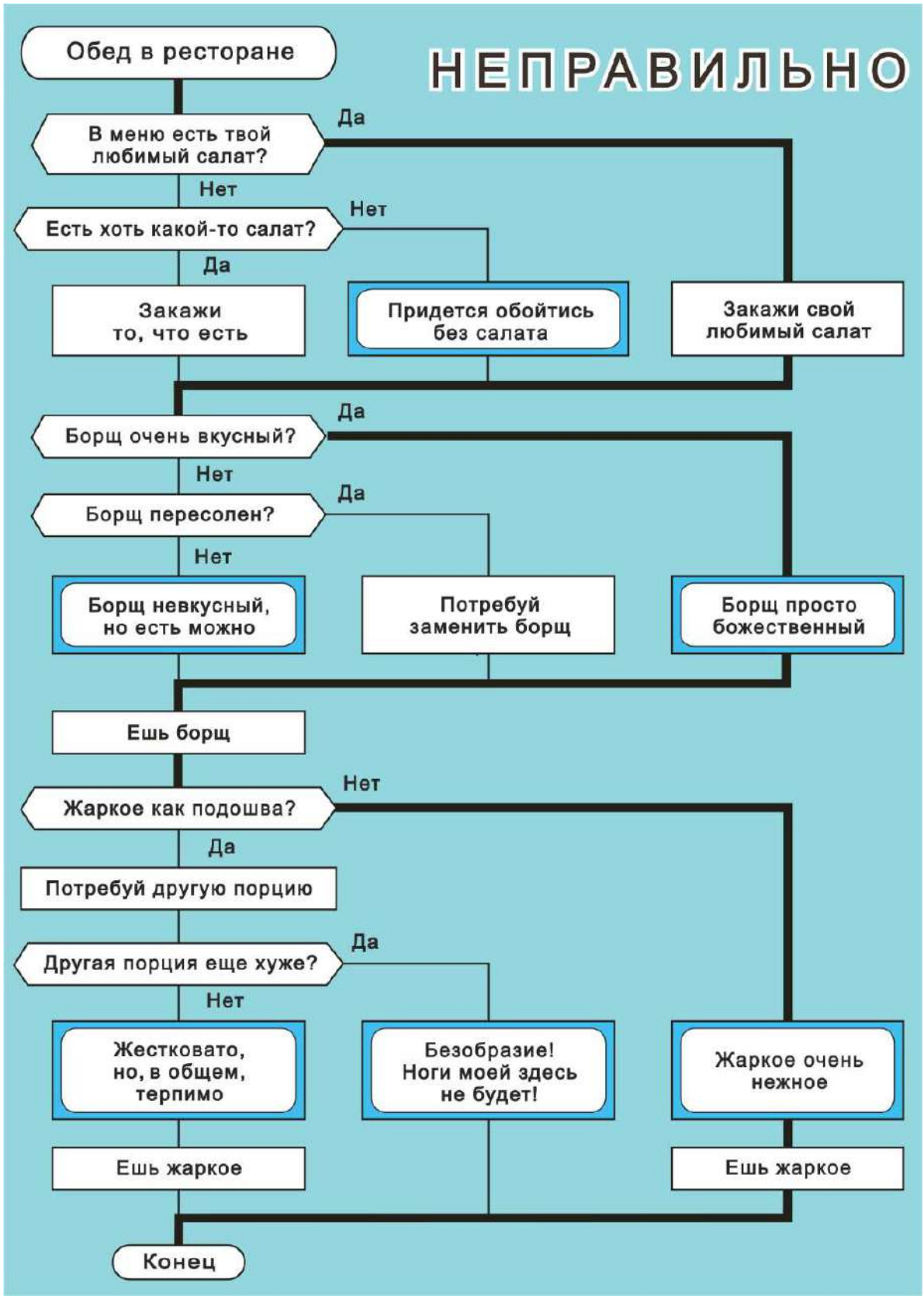


Рис. 22. Плохой дракон-алгоритм. Главный маршрут (жирная линия) все время петляет и делает зигзаги. Его трудно проследить взглядом

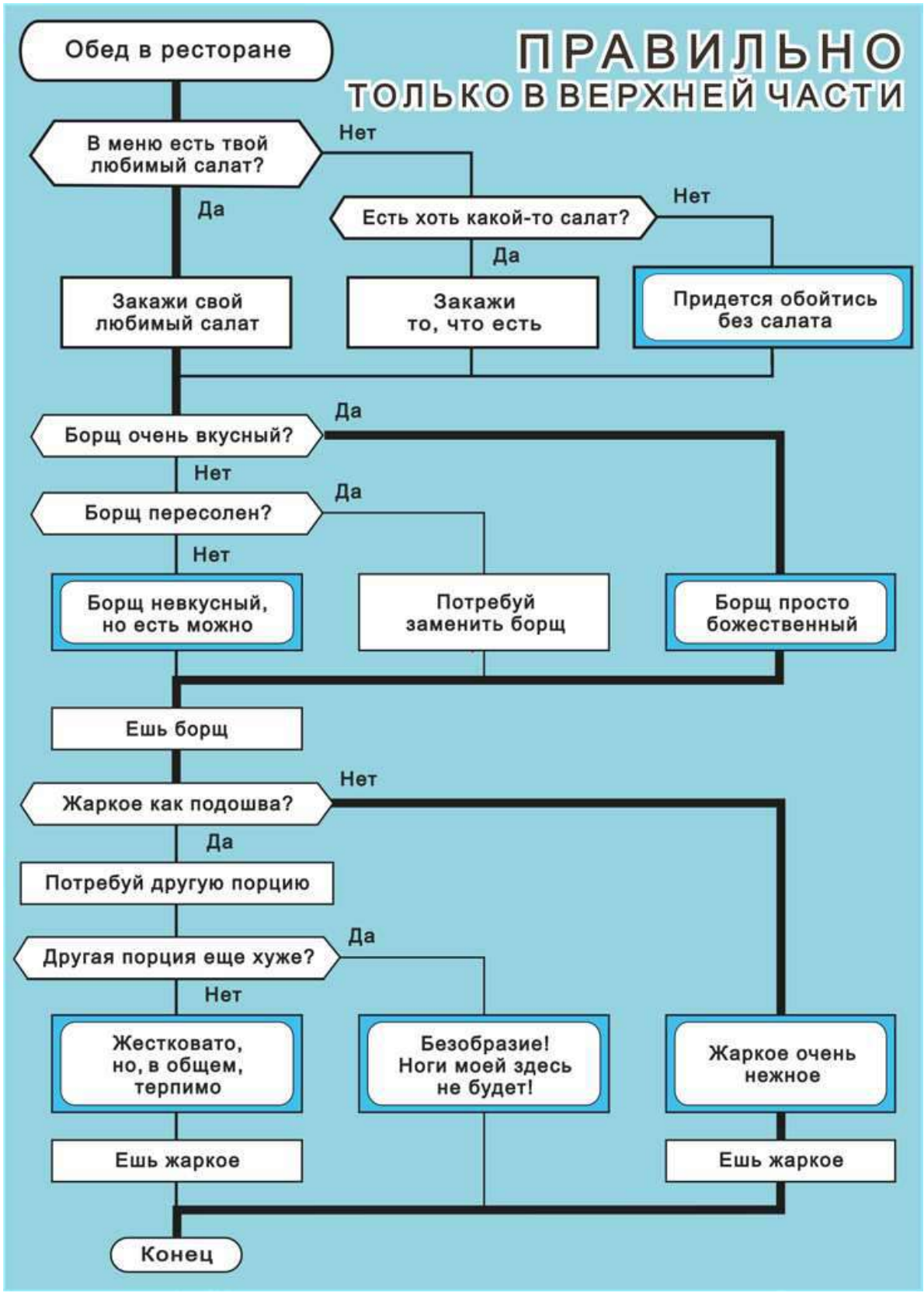


Рис. 23. Плохой дракон-алгоритм. Исправлена только верхняя часть алгоритма. А в середине и внизу главный маршрут по-прежнему петляет и делает зигзаги

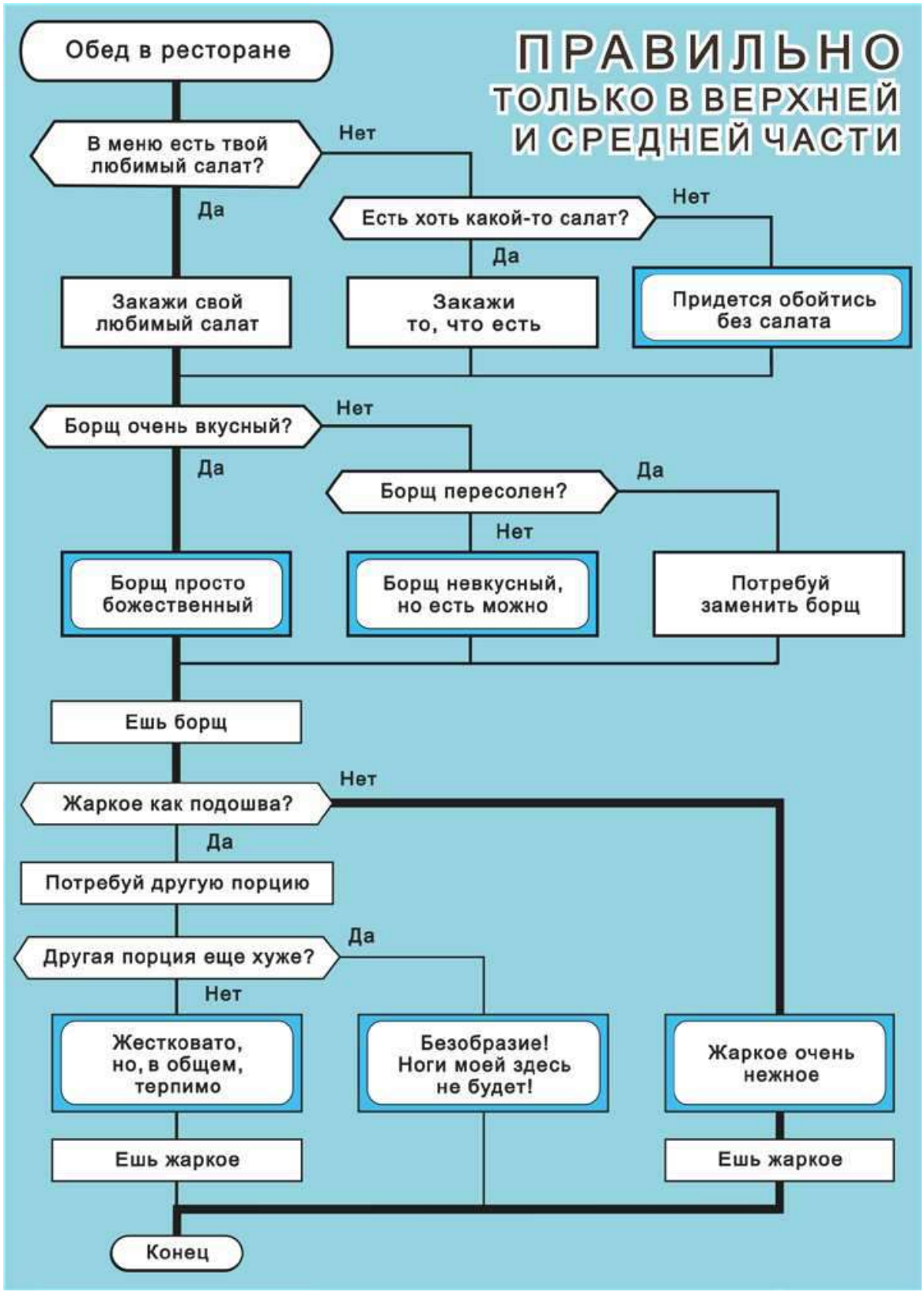


Рис. 24. Плохой дракон-алгоритм. Исправлена только верхняя и средняя часть алгоритма. А внизу главный маршрут по-прежнему петляет и делает зигзаги

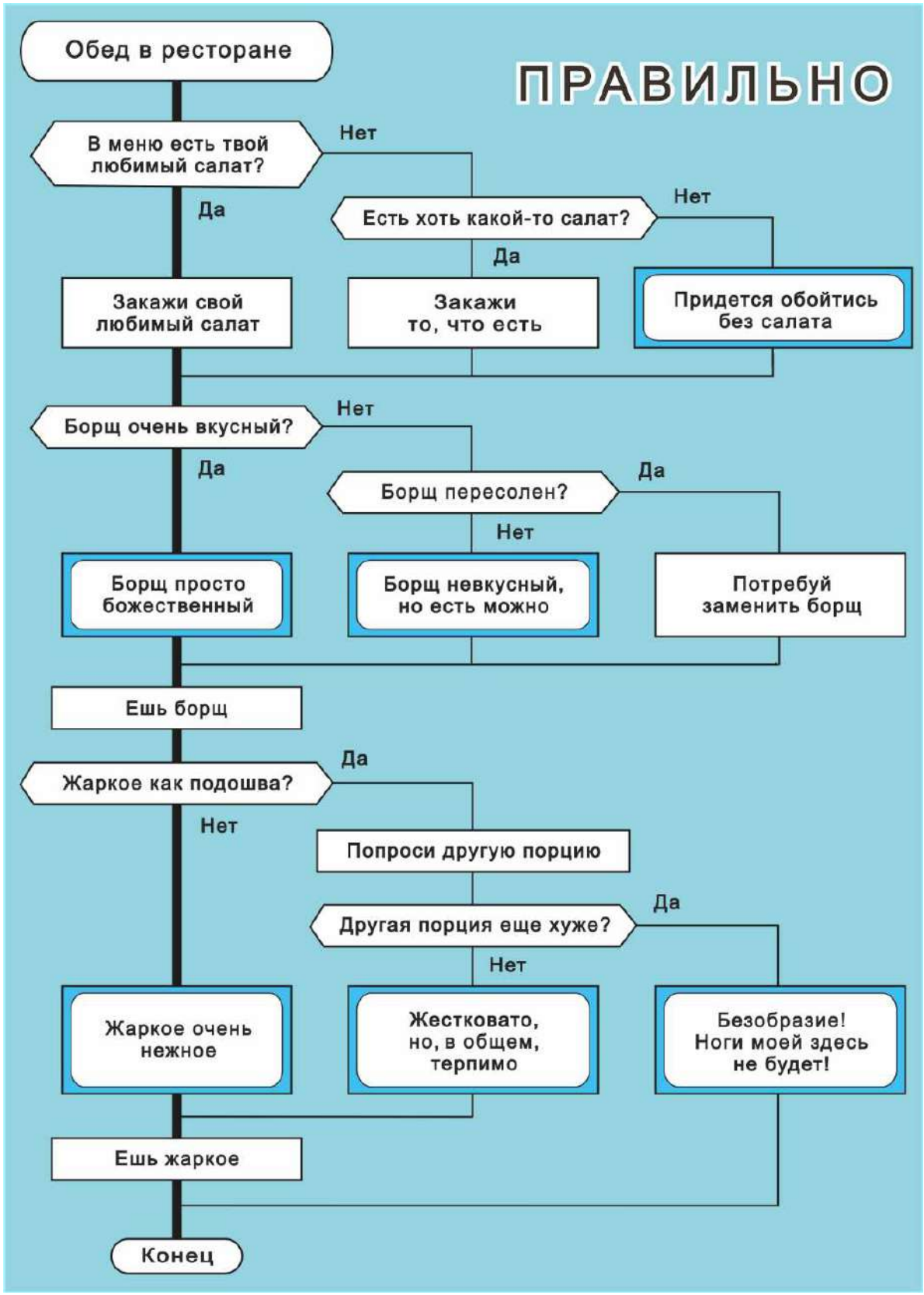


Рис. 25. Хороший дракон-алгоритм. Он получен в результате улучшения схемы на рис. 24. Главный маршрут прямой как стрела. Выполняется правило «Чем правее, тем хуже».

В заключение сделаем замечание. Разработчик дракон-алгоритма должен стараться с самого начала соблюдать два правила:

- главный маршрут должен идти по шампуру;
- чем правее, тем хуже.

Если это удалось, то разработчику не придется прибегать к рокировке. И наоборот, если выяснится, что правила нарушены, ошибку всегда можно исправить с помощью рокировки.

КАКОВА ЦЕЛЬ

Мы познакомились с тремя приемами языка ДРАКОН:

- удаление фигур-близнецов с плохим низом;
- удаление фигур-близнецов с плохим верхом;
- рокировка.

Зачем нужны эти приемы? Какую пользу они приносят? К какой цели мы стремимся?

Выше говорилось, что цель — улучшить понятность алгоритмов, повысить удобочитаемость, устранить трудности понимания. Но что это значит? От чего зависит понимание?

Если говорить простым языком, цель состоит в том, чтобы устранить путаницу и навести порядок. В качестве образца возьмем порядок на географической карте.

ЧЕМ ХОРОША ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА

Карта хороша тем, что она упорядочена. Вверху север, внизу юг. Смотрим наверх — видим север, смотрим вниз — видим юг. Двигаясь по меридиану сверху вниз, мы перемещаемся с севера на юг.

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

Дракон-алгоритм «примитив» на рис. 25 нарисован не как попало, а по строгим правилам. Вверху начало алгоритма и начало времени. Внизу — конец алгоритма и конец времени.

Картографический принцип говорит о том, что движение взора по карте имеет четкий смысл. Глаза учитывают и отслеживают два направления: север-юг и запад-восток. Смотрим налево — видим запад, смотрим направо — видим восток. У примитива точно так же. Смотрим налево — видим шампур. Переводим взгляд направо — наблюдаем ситуацию «Чем правее, тем хуже».

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТА И СИЛУЭТ

Выше мы описали картографический принцип для примитива, т. е. для малого алгоритма. Он полностью сохраняет силу для ветки. Принцип имеет локальный характер, действует внутри одной ветки и не распространяется за ее пределы.

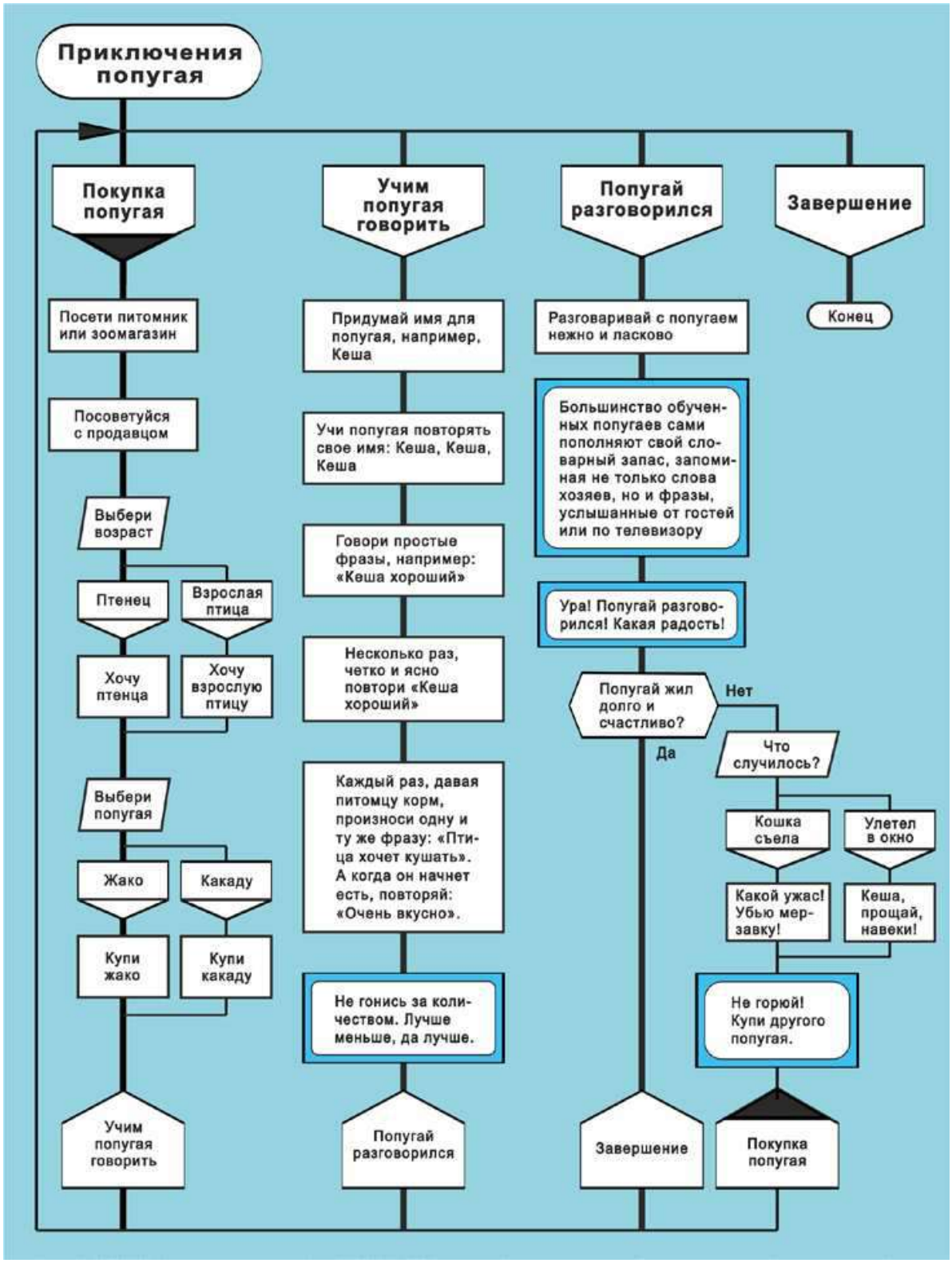


Рис. 26. Алгоритм силуэт упорядочен сверху вниз и слева направо подобно географической карте

Сделаем следующий шаг и определим порядок взаимодействия веток. Тем самым распространим картографический принцип на весь силуэт.

Для этого нужно упорядочить ветки по горизонтали. Лучше всего расположить их слева направо в той последовательности, в какой они включаются в работу. Для этого служит правило: «Чем правее, тем позже».

Силуэт, нарисованный по правилам, считается хорошим, эргономичным (рис. 5, 26). Схемы, где это правило нарушается, объявляются плохими. Их использование запрещено.

В разрешенных (эргономичных) алгоритмах имеет место следующий порядок действий (рис. 5, 26):

- 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 перемещается 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 картографическим принципом. По одной ветке время бежит всегда вниз, по разным веткам — всегда направо (кроме циклов).

МОЖНО ЛИ НАВЕСТИ ПОРЯДОК В АЛГОРИТМАХ

В некотором царстве-государстве были два города. Один строился без плана, вкривь и вкось: тесные улочки и переулки сплелись в змеиный клубок. Зато другой был образцовым: красивые площади, широкие проспекты, всюду простор и порядок. В каком городе легче найти дорогу?

Конечно, во втором.

А теперь представьте, что нам нужно изучить незнакомый алгоритм. Если в нем, как в первом городе, нет порядка, он превращается в лабиринт, к котором ничего нельзя понять. Если же он, как второй город, построен по хорошему плану, ситуация в корне меняется. Про такой город говорят: все ясно как на ладони.

Чтобы убедиться в этом, давайте посмотрим еще раз на рис. 26 и проведем взглядом по всем вертикалям слева направо. Мы обнаружим не хаос, а строгий порядок. Потому что маршруты нарисованы не случайно, а по строгим правилам.

Рис. 27. Хорошая схема. Чтобы исправить ошибку на рис. 28, вводятся две иконы со словом «Завершение»

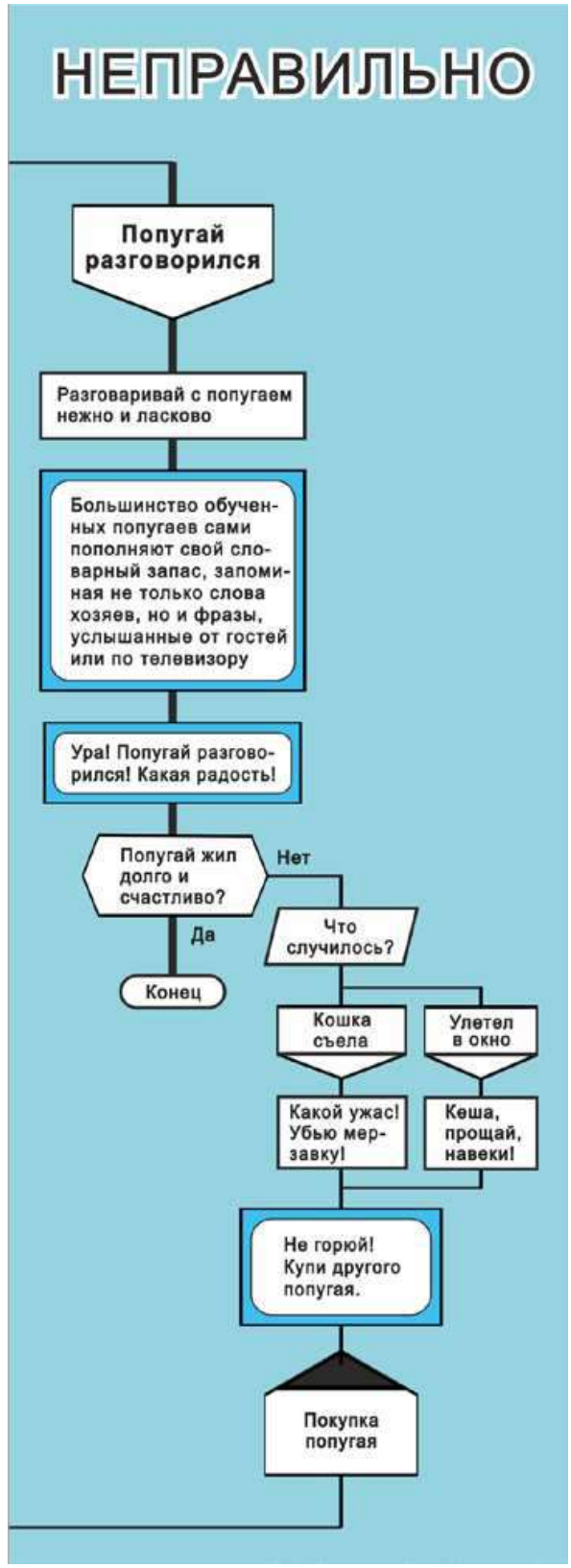


Рис. 28. Ошибка! Запрещено использовать иконы Конец и Адрес в одной ветке

КОГДА В ИКОНАХ «ИМЯ ВЕТКИ» И «АДРЕС» ПИШУТ СЛОВО «ЗАВЕРШЕНИЕ»

Рассмотрим случай, когда в ветке силуэта пользователь хочет поместить одновременно икону Конец и икону Адрес (рис. 27). Стоп! Так делать нельзя. Это запрещено.

Как решить вопрос

- Икона Конец несовместима с иконой Адрес. Использовать их в одной ветке запрещено (рис. 27).
- Чтобы решить вопрос, замените икону Конец на икону Адрес со словом «Завершение» (рис. 28).
- Добавьте в силуэт еще одну ветку, в икону Имя ветки впишите слово «Завершение» и присоедините к ней икону Конец.
- В силуэте икона Конец всегда находится в крайней правой ветке.

ВЫВОДЫ

1. В языке ДРАКОН предусмотрены три равносильных преобразования алгоритмов:
   - горизонтальное объединение,
   - вертикальное объединение.
   - рокировка.
2. Действует картографический принцип примитива и силуэта.
3. Картографический принцип примитива действителен для ветки.
4. Картографический принцип ветки имеет локальный характер и не распространяется за ее пределы.
5. Картографический принцип силуэта гласит:
   - в каждой ветке время направлено вертикально вниз;
   - внутри ветки вертикальные маршруты упорядочены слева направо от наиболее благоприятного до наименее благоприятного;
   - в силуэте время движется по горизонтали слева направо;
   - первой работает крайняя левая ветка, последней — крайняя правая.
6. В алгоритмах на языке ДРАКОН маршруты упорядочены и организованы в эргономичную зрительную сцену, предназначенную для облегчения понимания и запоминания алгоритмов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 3

1. Назовите три равносильных преобразования алгоритмов.
2. Что означает правило «Повторы запрещены»? Приведите примеры.
3. Зачем нужна линия горизонтального объединения? Приведите примеры.
4. Зачем нужна линия вертикального объединения? Приведите примеры.

5. Что такое рокировка и зачем она нужна? Приведите примеры.
6. Что такое картографический принцип примитива? Приведите примеры.
7. Что такое картографический принцип силуэта? Приведите примеры.
8. Что означает правило: «Чем правее, тем позже»? Приведите примеры.
9. Когда в иконах «Имя ветки» и Адрес пишут слово «Завершение»? Приведите примеры.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 3

1. На каком рисунке правило «Повторы запрещены» нарушено: развилка повторяется дважды, а икона Действие — трижды?

- Рис. 17.
- Рис. 18.
- Рис. 19.
- Рис. 20.

2. Закончите фразу. Дракон-алгоритм «примитив» построен согласно картографическому принципу. Вверху начало алгоритма и начало времени. Внизу — …

- Начало силуэта и конец времени.
- Конец алгоритма и конец времени.
- Начало главного маршрута и конец времени.
- Конец главного маршрута.

3. На каком рисунке можно выполнить горизонтальное объединение?

- Рис. 17.
- Рис. 18.
- Рис. 19.
- Рис. 20.
- Рис. 21.

4. Сколько раз надо сделать рокировку на рис. 22, чтобы выполнить правило главного маршрута?

- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

5. Можно ли использовать иконы Конец и Адрес в одной ветке?

- Можно.
- Нельзя.
- Иногда можно.
- Иногда нельзя.

6. Где находится икона Конец в силуэте?

- В самом начале.
- В конце первой ветки.
- В конце любой ветки.
- В конце последней ветки.

Глава 4
ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ DrakonHub

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА DrakonHub

Дракон-алгоритм не следует рисовать с помощью универсального графического редактора типа Visio, а также draw.io, yEd и пр. Почему? Потому что получится медленно, неаккуратно и с ошибками.

Следует непременно использовать специальный бесплатный ДРАКОН-конструктор — программу DrakonHub. Вы убедитесь, что процесс рисования происходит удобно, легко и с большой скоростью.

Забудьте о линиях! Во избежание ошибок пользователю запрещено рисовать соединительные линии между иконами на дракон-схеме. Все соединительные линии автоматически создает программа DrakonHub.

РЕГИСТРАЦИЯ НА САЙТЕ DrakonHub

Зарегистрируйтесь по ссылке https://drakonhub.com/signup При регистрации обязательно укажите адрес своей электронной почты – на него придет пароль для входа в систему.

- Появится экран «Центр управления» (рис. 29).

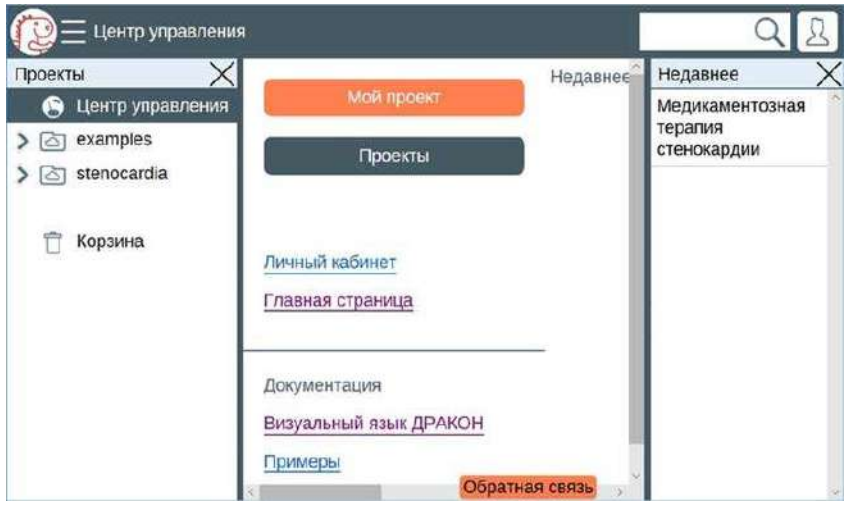


Рис. 29. Стартовая страница зарегистрированного пользователя на сайте DrakonHub.com

ГЛАВНОЕ ОКНО КОНСТРУКТОРА DrakonHub, МЕНЮ И ТУЛБАР

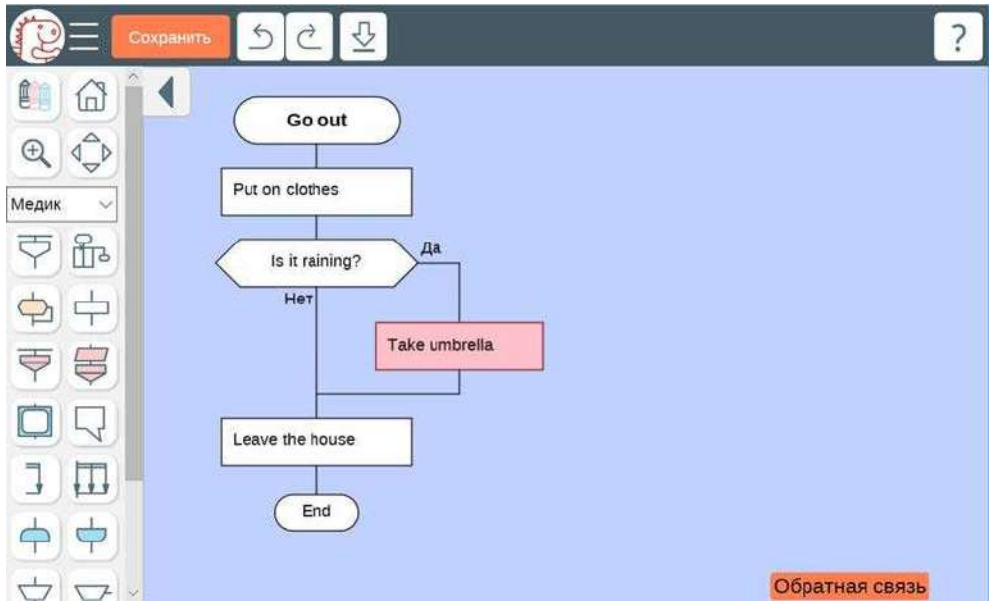


Рис. 30. Главное окно конструктора DrakonHub

Главное окно конструктора (рис. 30) делится на три части:

- главное меню (вверху),
- тулбар (слева),
- рабочая область (все остальное).

Рис. 31. Главное меню конструктора DrakonHub

Рис. 32. Тулбар (панель инструментов)

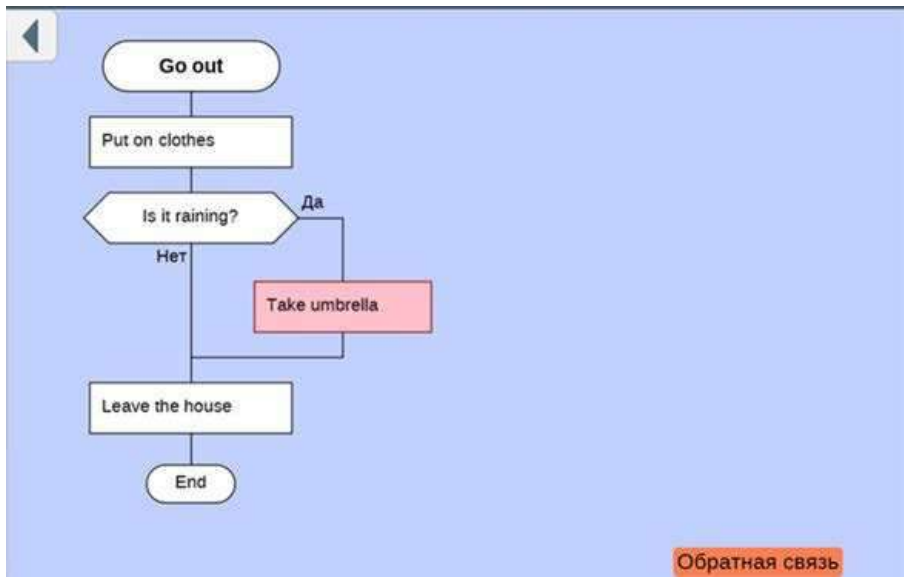


Рис. 33. Рабочая область конструктора DrakonHub

ВЫБИРАЕМ РЕЖИМ «МЕДИК»

Мы собираемся рисовать клинические алгоритмы. Для работы с медицинской версией программы DrakonHub нужен режим «Медик». Для этого:

1. Слева на тулбаре нажмите кнопку «**Основа**».

Появится выпадающий список.

2. Выберите «**Медик**».

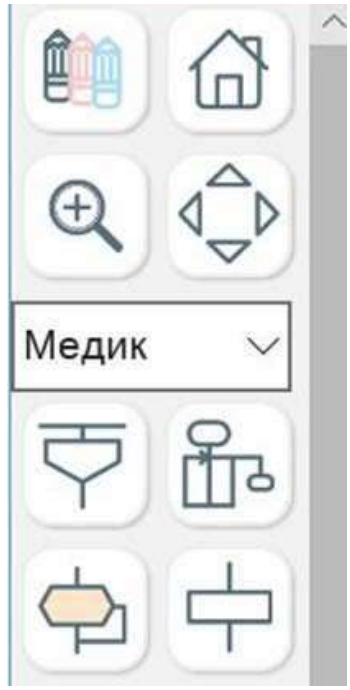


Рис. 34. На тулбаре выберите Медик

ПОДГОТОВКА К РИСОВАНИЮ

- Посмотрите забавную видеоинструкцию: «Как нарисовать дракон-схему» https://bit.ly/36W8UZD

РИСУЕМ АЛГОРИТМ ПО ОБРАЗЦУ

Наша ближайшая задача — нарисовать алгоритм на рис. 35 с помощью конструктора DrakonHub.

Начнем с заготовки, а потом, шаг за шагом будем выбирать нужную фигуру на тулбаре и вставлять ее в нужное место на дракон-схеме.

Обратите внимание! Вам не придется проводить соединительные линии между иконами — конструктор все линии проведет автоматически.

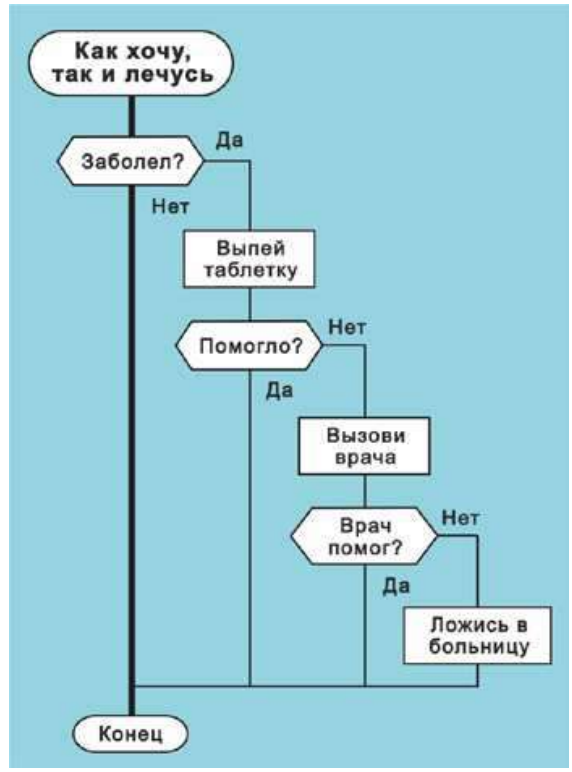


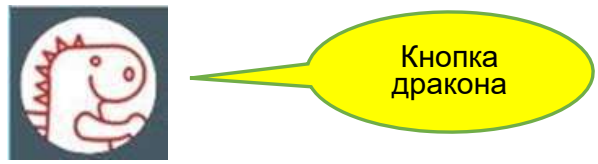
Рис. 35. Шуточный алгоритм «Как хочу, так и лечусь»

ЧТО ТАКОЕ ПРОЕКТ

Дракон-алгоритмы в редакторе DrakonHub хранятся в виде *проектов*. В каждый проект может входить несколько папок и дракон-алгоритмов (*диаграмм*).

КАК СОЗДАТЬ НОВЫЙ ПРОЕКТ ДЛЯ РИС. 35

1. Для создания нового проекта **щелкните** мышью по **кнопке дракона**, расположенной в верхнем левом углу окна конструктора



   - Появится окно.
2. В столбце Действие выберите **Создать проект**.
   - Появится окно «Создать проект».
3. Введите (на английском языке) имя создаваемого проекта, например, **Treatment** (Лечение).
4. Нажмите кнопку **Сохранить.**

5. Для создания нового дракон-алгоритма в главном меню щелкните по кнопке **+ диаграмма**.

   - Появится окно «Выберите тип диаграммы».

6. Выберите «**ДРАКОН-схема**».
   - Появится окно Создать диаграмму.

7. Введите название дракон-алгоритма «**Как хочу, так и лечусь**».
   - Появится окно с обучающим видео.
     — «Вставка икон».
     https://drakonhub.com/static/images/demo_drakon_insert.gif
     — «Пересадка лианы».
     https://drakonhub.com/static/images/demo_drakon_join.gif
   - Каждое видео длится несколько секунд и показывает основы работы с конструктором.

8. Чтобы убрать окно с обучающими видео, нажмите кнопку «**Закрыть**».
   - Появится то, что нужно — заготовка дракон-алгоритма с Заголовком и Концом (рис. 36).

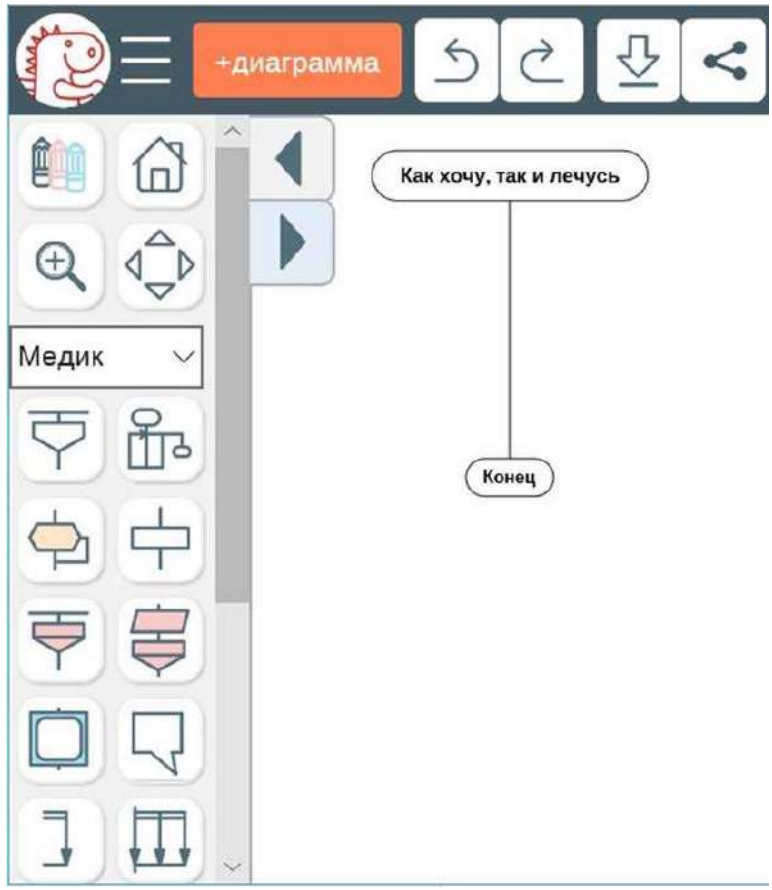


Рис. 36. Заготовка ДРАКОН-схемы «Как хочу, так и лечусь»

КАК ВСТАВИТЬ ИКОНУ «ВОПРОС»

Нам нужно добавить в алгоритм первый элемент — развилку с вопросом «Заболел?». Как это сделать?

1. Щелкните мышью по кнопке с иконой **Вопрос** в тулбаре.

- На диаграмме появится *валентная точка* (желтый кружок) – место, куда можно вставить выбранную икону (рис. 37)

Рис. 37. Валентная точка (желтый кружок) указывает место вставки иконы Вопрос

2. Щелкните мышью по **валентной точке** – на ее место будет сразу же вставлена икона Вопрос (рис. 38).

Рис. 38. Пустая икона Вопрос, вставленная на место валентной точки

Смотрите! На рис. 38 на нижнем выходе иконы Вопрос стоит «Да». Это нам не подходит, и вот почему. Правила построения дракон-схем требуют, чтобы главный маршрут (самый левый на диаграмме) был наиболее благоприятным для пациента. В нашем случае наиболее благоприятным ответом на вопрос «Заболел?» является ответ «Нет». Значит, надо поменять местами «Да» и «Нет».

3. Щелкните **правой** кнопкой мыши по иконе **Вопрос**.
   - Появится контекстное меню.
4. Выберите фразу **Поменять местами “Да” и “Нет”**.

КАК ВВЕСТИ ТЕКСТ В ИКОНУ «ВОПРОС»

1. Щелкните **правой** кнопкой мыши по иконе Вопрос.
   - Появится контекстное меню.
2. Выберите **Изменить текст**.
   - Появится окно Изменить текст иконы.
3. Напечатайте «**Заболел?**».
4. Нажмите кнопку **Сохранить.**
   - В иконе Вопрос появится текст «Заболел?».

КАК ВСТАВИТЬ ИКОНУ «ДЕЙСТВИЕ»

Нам нужно добавить в алгоритм второй элемент — икону Действие с текстом «Выпей таблетку». Как это сделать?

1. Щелкните мышью по кнопке с иконой **Действие** в тулбаре.

   - На диаграмме появятся *валентные точки* – места, куда может быть вставлена икона Действие (рис. 39)
2. Щелкните мышью по нужной валентной точке.

Рис. 39. Валентные точки (желтые кружки), указывающие возможные места вставки иконы Действие

ЧТО ДАЛЬШЕ

Действуя описанным способом, читатель легко доведет процесс до конца и изобразит алгоритм «Как хочу, так и лечусь» по образцу на рис. 35.

КАК УДАЛИТЬ ИКОНУ ИЗ ДРАКОН-АЛГОРИТМА

1. Чтобы удалить икону, щёлкните на ней **правой** кнопкой мыши.
   - Появится выпадающий список.
2. Выберите «**Удалить**».

КАК ИЗМЕНИТЬ ТЕКСТ ВНУТРИ ИКОНЫ

1. Чтобы изменить текст внутри иконы, **дважды щёлкните** на ней мышью.
   - Появится окно «Изменить текст иконы».
2. Измените **текст** в окне.
3. Нажмите кнопку «**Сохранить**».

СИЛУЭТ И ПРИМИТИВ

- Мы помним, что дракон-алгоритм имеет две разновидности: силуэт и примитив.
- Рекомендуется рисовать клинический алгоритм в виде силуэта.
- На тулбаре есть кнопка «Силуэт / Примитив»

- Нажимая на эту кнопку, можно преобразовать силуэт в примитив и наоборот.

ОСОБЕННОСТЬ КНОПКИ «СИЛУЭТ / ПРИМИТИВ»

- Если нажать на кнопку «Силуэт / Примитив», когда дракон-схема уже является силуэтом, диаграмма будет преобразована в примитив.

  При этом все ветки, кроме крайней левой, **будут уничтожены.**
- Это действие, как и другие, можно отменить, нажав на кнопку «Отменить» в верхнем меню.

КАК ВСТАВИТЬ ВЕТКУ В СИЛУЭТ

1. Нажмите кнопку «**Ветка силуэта**» на тулбаре.

   - На дракон-схеме появятся жёлтые кружки, куда можно вставить ветку.
2. Щёлкните мышью на нужному **жёлтому кружку**.

КАК ПЕРЕСАДИТЬ ЛИАНУ

Что такое лиана	Это линия на дракон-схеме, нижний конец которой можно оторвать и пересадить (перетащить) в другое место

1. Щёлкните по **лиане** (по линии, которую вы хотите переместить) у её основания.
   - На дракон-схеме появятся жёлтые кружки, куда можно пересадить лиану.
2. Щёлкните нужный **жёлтый кружок**.

КАК ПЕРЕМЕЩАТЬСЯ ПО ДРАКОН-СХЕМЕ

- Способ 1. Нажмите среднюю кнопку мыши (колёсико) и переместите мышь.
- Способ 2. Удерживая клавишу Alt, нажимайте клавиши-стрелки.
- Способ 3. Удерживая клавишу Пробел, нажмите левую кнопку мыши и переместите мышь.

КАК ПЕРЕМЕСТИТЬ ИКОНУ В ДРУГОЕ МЕСТО ДРАКОН-СХЕМЫ

1. Щёлкните **правой** кнопкой мыши на иконе.
   - Появится выпадающий список.
2. Выберите «**Вырезать**».
   - На дракон-схеме появятся жёлтые кружки, куда можно вставить икону.
3. Щёлкните на нужном **желтом кружке**.

Если по какой-то причине кружки пропали (например, если вы переместились в другую дракон-схему), вырезанный элемент всё равно можно вставить.

4. Для этого щёлкните **правой** кнопкой мыши по **фону** и выберите команду «**Вставить**».
   - На дракон-схеме появятся жёлтые кружки, куда можно вставить икону.
5. Щёлкните мышью на **нужном** жёлтом кружке.

ПРАВИЛА

В иконе Действие можно писать только одну команду (а не две и не три).
В иконе Вопрос можно писать только одно условие (а не два и не три).

ГОРЯЧИЕ КЛАВИШИ

Горячие клавиши позволяют ускорить рисование клинических алгоритмов. Вот перечень горячих клавиш:

A – вставить икону Действие
Q – вставить икону Вопрос
M – вставить икону Комментарий
B – вставить Ветку силуэта
S – вставить икону Выбор
C – вставить икону Вариант
N – вставить икону Вставка
F – вставить икону Полка

КАК ВСТАВИТЬ ИКОНУ В ДРАКОН-СХЕМУ С ПОМОЩЬЮ ГОРЯЧИХ КЛАВИШ

1. Нажмите горячую клавишу. Например, английскую букву A для иконы «Действие» (Action).
   - На дракон-схеме появятся жёлтые кружки, куда можно вставить икону.
2. Щёлкните мышью на нужном жёлтом кружке.
   - Появится пустая икона Действие в нужном месте на дракон-алгоритме.

Точно так же работают и другие горячие клавиши.

КАК УДАЛИТЬ ИКОНУ ИЗ ДРАКОН-СХЕМЫ ПО-ДРУГОМУ

1. Щёлкните мышью на иконе.
2. Нажмите клавишу Delete.

КАК ВЫБРАТЬ ЦВЕТОВУЮ РАСКРАСКУ ДРАКОН-СХЕМЫ

- Посмотрите видео «Цветовые схемы».
  https://drakonhub.com/static/images/demo_drakon_theme.gif
- Рекомендуется выбирать цветовую схему только из четырех схем верхнего ряда:

КАК ОТФОРМАТИРОВАТЬ ТЕКСТ В ИКОНАХ

1. Щелкните правой кнопкой мыши по иконе на дракон-схеме
   - Появится окно
2. Выберите Формат
   - Появится окно Формат (рис. 40).

Рис. 40. Панель форматирования текста икон

МОЖНО ЛИ СКАЧАТЬ ДРАКОН-АЛГОРИТМ НА МОЙ КОМПЬЮТЕР

Конструктор DrakonHub автоматически сохраняет дракон-алгоритм в своей базе данных. Однако, вы можете ее сохранить в виде рисунка (формат PNG) и скачать на свой компьютер.

1. Для этого щелкните мышью по кнопке главного меню

2. В открывшемся окне выберите **Картинка – PNG** или **Картинка выс. четкости – PNG**.
3. Укажите место сохранения файла (рабочую папку) на вашем компьютере.

КАК ПОДЕЛИТЬСЯ ССЫЛКОЙ НА ДРАКОН-СХЕМУ И КАК СОЗДАТЬ ГРУППУ

https://drakonhub.com/team

ДОСТОИНСТВА КОНСТРУКТОРА DrakonHub

Многие врачебные ошибки вызваны некачественным описанием клинических алгоритмов и клинических рекомендаций. Низкое качество, запутанное и неполное описание клинических алгоритмов негативно влияют на безопасность пациентов.

Медицинский язык ДРАКОН и конструктор DrakonHub с самого начала создавались исходя из концепции безошибочности и принципа безопасности пациентов. Одним из средств обеспечения безошибочности являются валентные точки дракон-алгоритма. Автоматическое появление валентных точек – мест возможной вставки икон выбранного типа – является достоинством конструктора DrakonHub. Этим он разительно отличается от Microsoft Visio, где элемент любого типа может быть помещен в любое место схемы, что чревато ошибками. Конструктор DrakonHub обеспечивает соблюдение правил языка ДРАКОН, направленных на подавление ошибок, и тем самым гарантирует корректность их структуры.

Важнейшим элементом надежности сложного клинического алгоритма является **структура** дракон-схемы, реализуемая с помощью соединительных линий между иконами. Конструктор DrakonHub полностью избавляет разработчика от забот о проектировании структуры, решая эту задачу автоматически. Разработчик лишь делает подсказки конструктору с помощью валентных точек.

Пересечения и разрывы соединительных линий являются важным недостатком сложных блок-схем алгоритмов по ГОСТ19.701-90. Пересечения и разрывы затрудняют восприятие алгоритма и мешают

выявлению затаившихся ошибок. Конструктор DrakonHub лишен этого недостатка, так как он автоматически вычерчивает клинический алгоритм без пересечений и разрывов согласно правилам медицинского языка ДРАКОН.

Таким образом, конструктор DrakonHub помогает пользователю не только правильно добавлять в схему иконы, но и правильно их соединять, то есть правильно прокладывать алгоритмические маршруты.

Язык ДРАКОН содержит большое число правил. ДРАКОН-конструктор знает многие правила, хранит в своей памяти и скрупулезно выполняет их, облегчая тем самым труд пользователя и частично освобождая его от запоминания большого числа правил.

ТРЕБОВАНИЯ К ДРАКОН-КОНСТРУКТОРУ

При создании ДРАКОН-конструктора были предъявлены следующие требования:

- высокая скорость разработки клинических алгоритмов с помощью ДРАКОН-конструктора;
- быстрота экспертной оценки (опытный врач, не знакомый с языком ДРАКОН, способен быстро понять предъявленный ему клинический алгоритм и сразу же указать содержащиеся в нем неточности и ошибки);
- пригодность новых клинических алгоритмов для быстрой проверки и сертификации;
- запрет пересечений (соединительные линии между иконами алгоритма не должны пересекаться);
- запрет обрывов и внутренних соединителей;
- автоматическое проектирование структуры клинического алгоритма (во избежание ошибок врачу-разработчику запрещено рисовать соединительные линии между иконами клинического алгоритма; все линии создаются автоматически).

ДРУГИЕ ДРАКОН-КОНСТРУКТОРЫ

Разработан более совершенный ДРАКОН-конструктор ДРАКОНПРО https://drakonpro.ru/, который значительно удобнее, чем DrakonHub.

Кроме того, есть еще один ДРАКОН-конструктор — программа «ИС Дракон». Скачать ее можно по ссылке https://drakon.su/programma_is_drakon

ВЫВОДЫ

1. Медицинский язык ДРАКОН и конструктор DrakonHub разработаны на основе принципа безопасности пациентов и принципа подавления ошибок.

2. При разработке алгоритмов действий врача (дракон-алгоритмов) следует обязательно использовать ДРАКОН-конструктор — программу DrakonHub.
3. Во избежание ошибок пользователю запрещено рисовать соединительные линии между иконами на дракон-схеме.
4. Все соединительные линии автоматически создает программа DrakonHub.
5. Для повышения безошибочности используются валентные точки дракон-алгоритма.
6. В дракон-алгоритмах запрещены пересечения и разрывы соединительных линий.
7. Конструктор DrakonHub автоматически вычерчивает клинические алгоритмы без пересечений и разрывов согласно правилам языка ДРАКОН.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 4

1. На какие части делится главное окно конструктора DrakonHub?
2. В главном меню конструктора DrakonHub имеются три стрелки. Зачем они нужны?
3. Как выбрать режим «Медик»?
4. Как создать новый проект в конструкторе DrakonHub?
5. Как найти кнопку **+ диаграмма**?
6. Зачем нужна валентная точка?
7. Зачем нужно менять местами «Да» и «Нет»? Приведите примеры.
8. Как ввести текст в икону Вопрос?
9. Как вставить ветку в силуэт?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 4

1. Что такое лиана?

- Жирная линия.
- Линия, которая не имеет стрелок.
- Линия на дракон-схеме, нижний конец которой можно перетащить в другое место.
- Линия со стрелкой.

2. Как называется кнопка:

- Силуэт / Примитив.
- Ветка.
- Силуэт.
- Примитив.

3. Что делает эта кнопка?

- Вызывает примитив.
- Удаляет примитив.

- Переключает примитив в силуэт и наоборот.
- Удаляет силуэт.
- Вызывает силуэт.

4. Что означает кнопка:

- Посмотри налево.
- Удали фигуру слева.
- Отменить последнее действие.
- Удалить проект.

5. Что означает кнопка:

- Вставить икону «Имя ветки».
- Вставить икону Адрес.
- Вставить ветку в силуэт.
- Удалить ветку силуэта.

6. Горячая клавиша «Вставить икону Комментарий»:

- A.
- Q.
- M.
- B.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 4

Изучите инструкцию по работе с программой DrakonHub в главе 4.

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм примитив с 10 иконами Действие. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм силуэт с 15 иконами Действие. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 5. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
4. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 7. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
5. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 11. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Часть II
ЦИКЛИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Глава 5
ПРОСТЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

ЦИКЛИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Циклические алгоритмы – вещь довольно сложная. Поэтому мы будем рассказывать о них на самых простых бытовых примерах. Как говорил великий Блез Паскаль, «предмет математики настолько серьезен, что полезно не упускать случая сделать его немного занимательным».

РАССКАЗ О ЗМЕЕ ГОРЫНЫЧЕ (ЦИКЛ «ДО»)

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. 41). Если у Змея пять голов, эту команду придется повторить пять раз (рис. 42).

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. 43). 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 голову. 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 роботом Ильей Муромцем) не отсечет у Змея все головы до последней.

Циклический алгоритм	Это алгоритм, в котором команды записываются один раз, а выполняются много раз

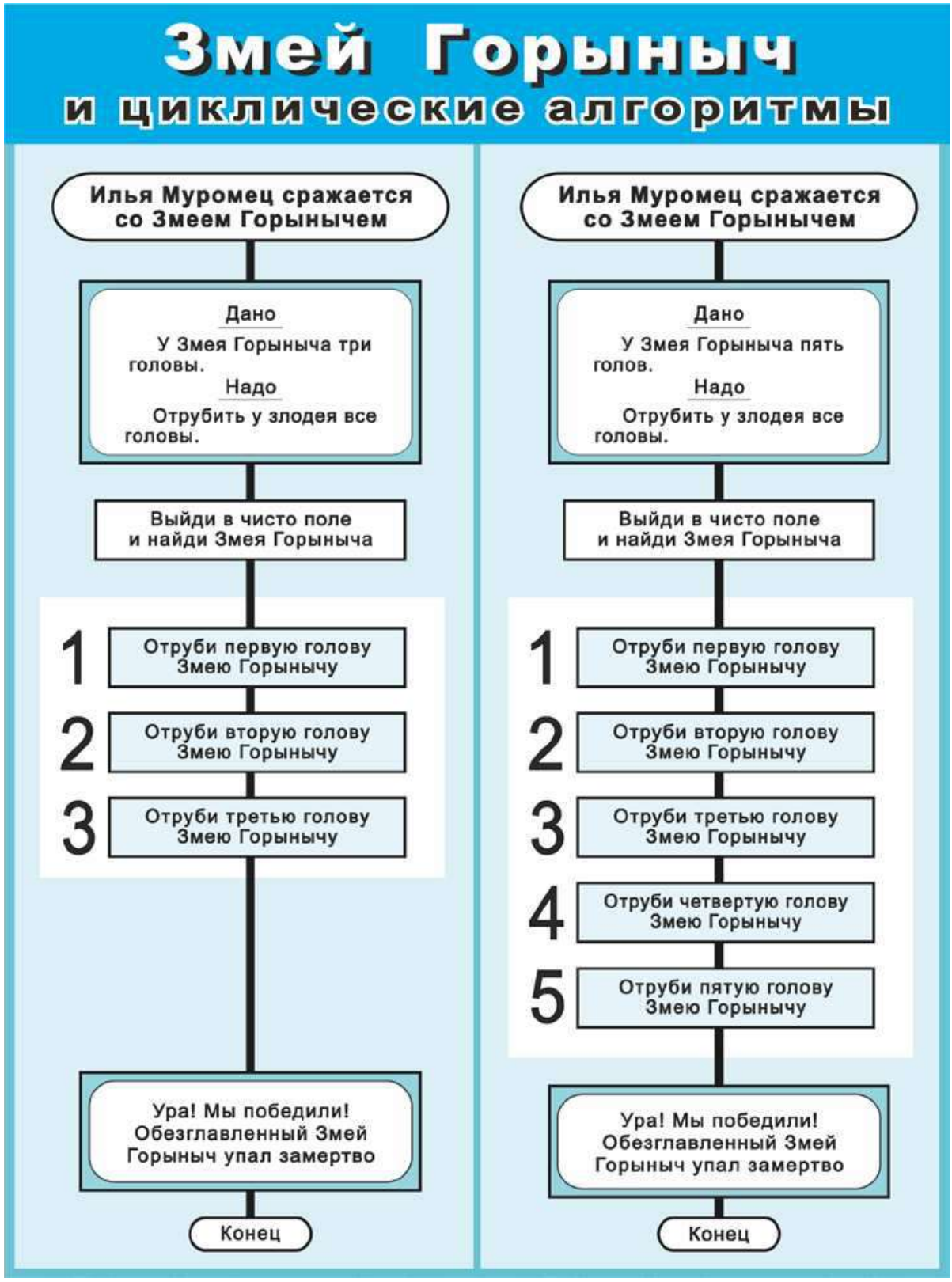


Рис. 41. Плохой (очень длинный) алгоритм. Чтобы удалить три головы, приходится писать три команды «Отруби голову»

Рис. 42. Плохой (очень длинный) алгоритм. Чтобы удалить пять голов, надо написать пять команд «Отруби голову». А если у Змея сто голов?

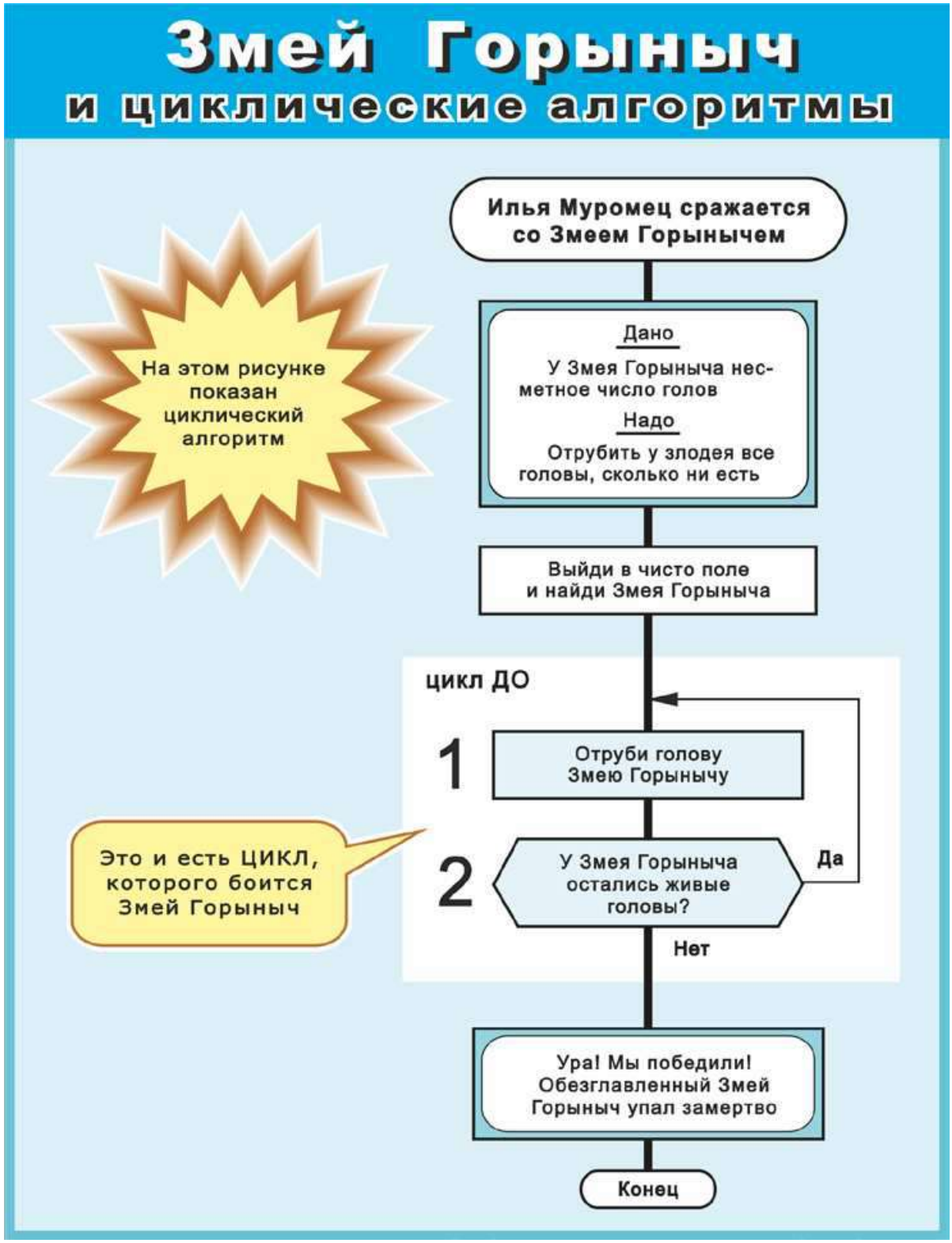


Рис. 43. Хороший (короткий) алгоритм.
А почему он короткий? Потому что в нем есть ЦИКЛ.
Циклический алгоритм позволяет отрубить любое число голов.
При этом нужна всего одна команда «Отруби голову».

КАКИЕ БЫВАЮТ АЛГОРИТМЫ

Различают три типа алгоритмов: линейные, разветвленные и циклические.

Линейные алгоритмы — алгоритмы, в которых нет ни разветвлений, ни повторяющихся (циклических) участков. Примеры показаны на рис. 1, 2, 41, 42.

Разветвленные алгоритмы — те, в которых есть разветвления, но нет циклических участков. Примеры на рис. 3, 4, 7–9, 11–13, 15–26, 30, 33.

Циклические алгоритмы (сокращенно *циклы)* — алгоритмы, в которых есть повторяющиеся участки. Нам уже встречались такие алгоритмы на рис. 5, 14, 43. Пришла пора рассмотреть тему более детально.

ЦИКЛ «СТРЕЛКА»

Цикл Стрелка обозначает два типа циклов:

- цикл ДО,
- цикл ПОКА,

Отличить их очень легко. У цикла ДО вопрос рисуют внизу, а действие вверху (рис. 44). У цикла ПОКА — все наоборот (рис. 45).

Рис. 44. Цикл ДО

Рис. 45. Цикл ПОКА

Вопрос вверху — наверняка
Перед нами цикл ПОКА.
У цикла ДО, наоборот,
Вопрос внизу сидит, как крот.

Цикл Стрелка легко узнать по характерной горизонтальной стрелке, направленной влево. Петля цикла Стрелка всегда закручена против часовой стрелки (см. рис. 43–45).

ИЗУЧАЕМ ЦИКЛ «ПОКА»

Однажды Карлсон, который живет на крыше, нашел кошелек и открыл его (рис. 46). А что случилось дальше? Здесь возможны варианты.

Вариант 1. Кошелек оказался пустым. Поэтому Карлсону не удалось купить плюшку.

Вариант 2. В кошельке всего одна монета, так что Карлсон смог купить только одну плюшку.

Вариант 3. В кошельке много монет. Поэтому Карлсон купил гору плюшек и наелся до отвала.

Таким образом, цикл на рис. 46 может:

- ни разу не выполняться;
- выполняться один раз;
- выполняться много раз (два и более).

Цикл начинается с вопроса: «В кошельке есть деньги?».

Если денег нет, из иконы Вопрос бегунок выходит через «Нет», и алгоритм сразу заканчивается. Следовательно, действие «Возьми из кошелька монету» не выполняется ни разу.

Если же деньги есть, бегунок выходит через «Да» и начинает кружить по линии обратной связи. При этом выполняются действия, образующие тело цикла:

- Возьми из кошелька монету
- Купи себе плюшку
- Съешь плюшку

Когда деньги кончатся, бегунок выходит из иконы Вопрос через «Нет». И алгоритм завершается.

ИЗУЧАЕМ ЦИКЛ «ДО»

В цикле ДО действие выполняется *до* вопроса. Это значит, что бегунок сначала пробегает через одну или несколько икон Действие, потом — через икону Вопрос. Например, в цикле на рис. 47 сначала выполняются два действия:

- Покрась одну доску
- Шагни вправо на ширину доски

И только после этого появляется вопрос: «Все доски покрашены?» При ответе «Нет» бегунок по стрелке возвращается к началу цикла и описанные действия выполняются снова и снова.

Когда все доски будут покрашены, бегунок выходит из иконы Вопрос через «Да». И алгоритм заканчивает работу.

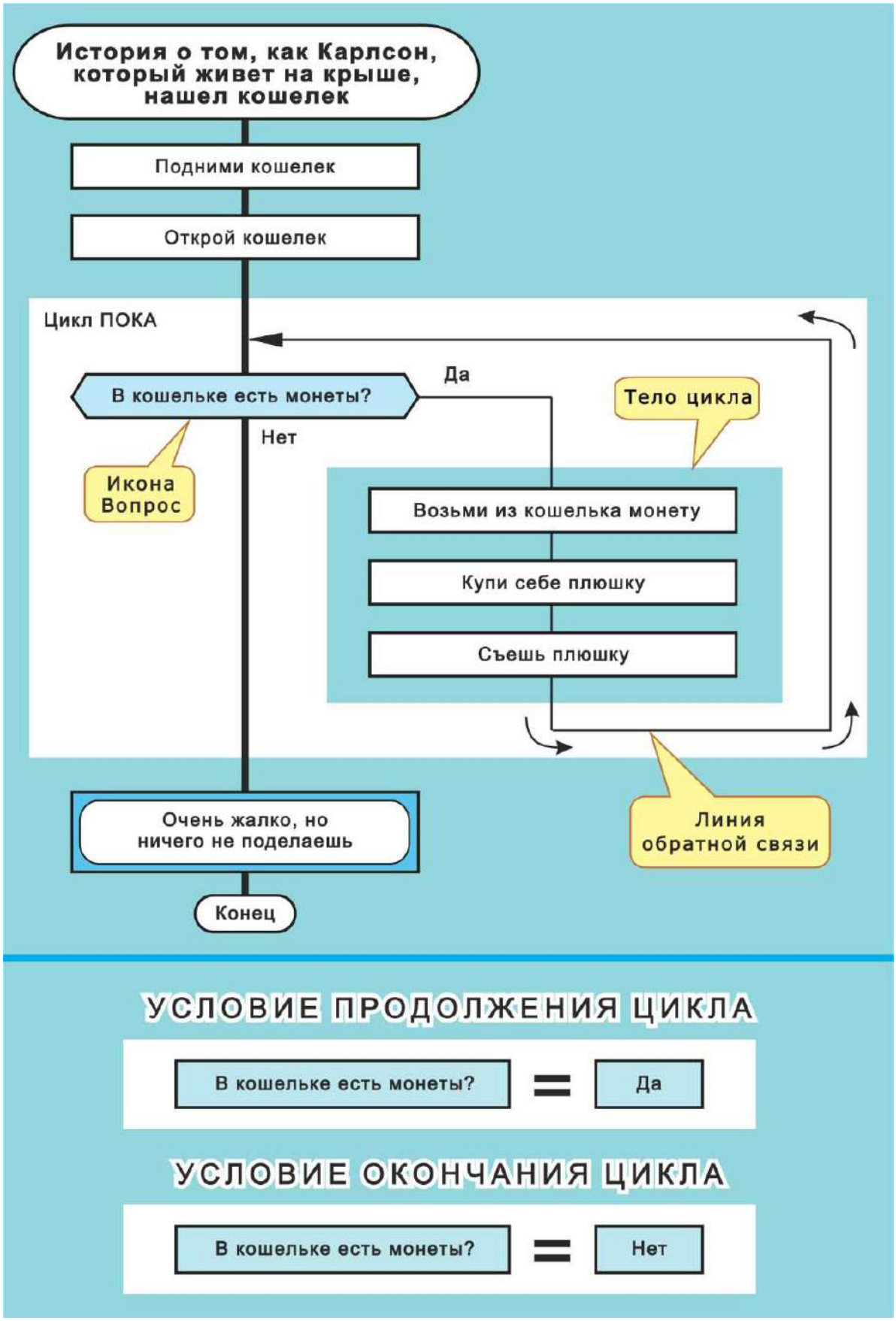


Рис. 46. Пример цикла ПОКА

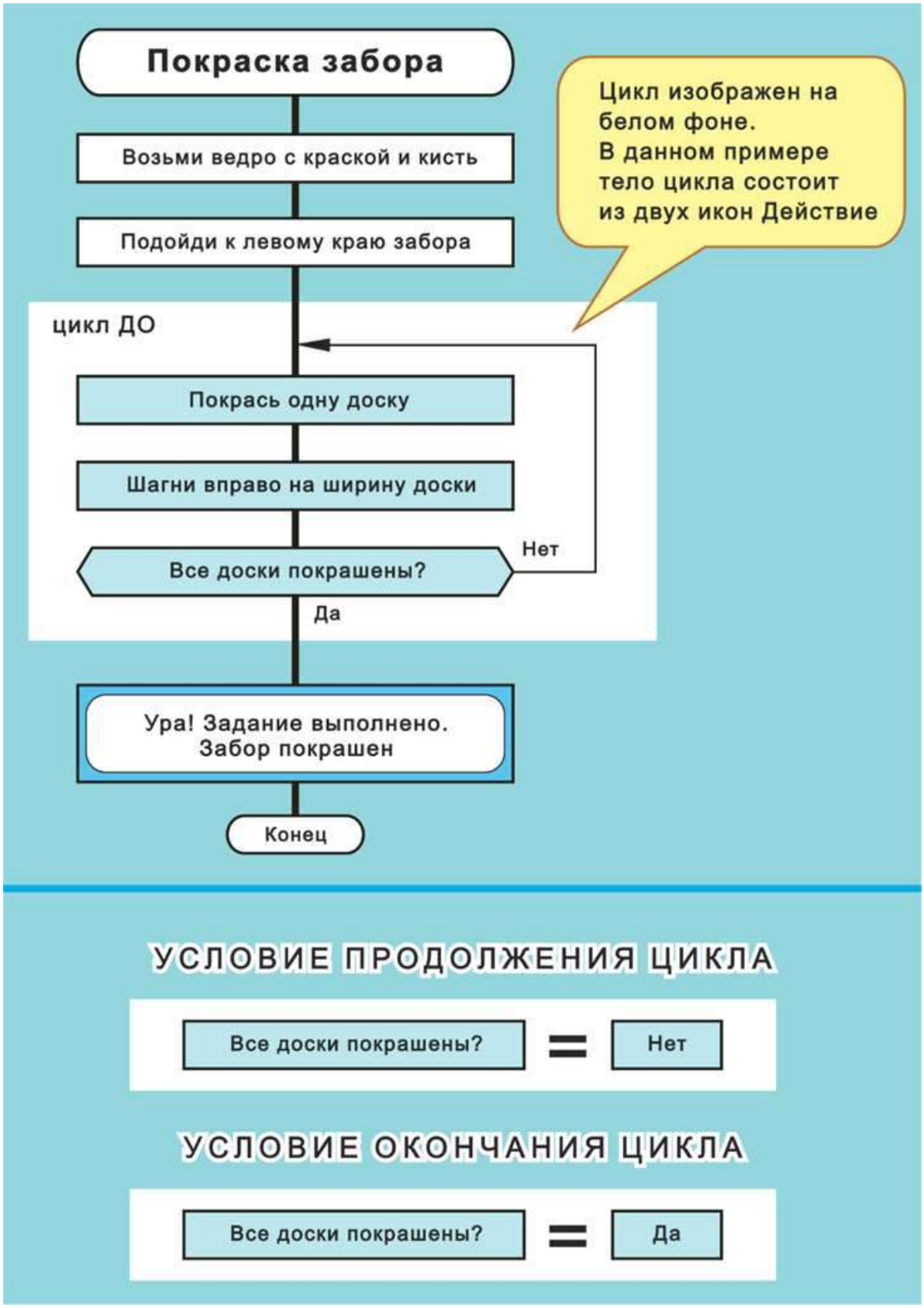


Рис. 47. Пример цикла ДО

СРАВНЕНИЕ ЦИКЛОВ «ПОКА» И «ДО»

В цикле ПОКА иная картина. Действие (в теле цикла) либо вообще не выполняется, либо выполняется *после* вопроса. Бегунок сначала движется через икону Вопрос, а затем (если ответ благоприятный) — через икону Действие (рис. 46).

Рассмотрим противоположный пример, связанный с циклом ДО (рис. 47). Здесь действия (в теле цикла) выполняются, как минимум, один раз.

В цикле ДО действия (в теле цикла) обязательно выполняются хотя бы один раз. А в цикле ПОКА при некоторых условиях действие может ни разу не выполняться.

УСЛОВИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ И ОКОНЧАНИЯ ЦИКЛА

Уже говорилось, что в иконе Вопрос записан да-нетный вопрос, т. е. логическая переменная величина, принимающая значение «Да» или «Нет».

На рис. 46 и 47 (внизу) показаны два важных условия.

Условие продолжения цикла	Это условие, при котором цикл продолжает работать
Условие окончания цикла	Это условие, при котором цикл заканчивает работу

Условие продолжения цикла соответствует правому выходу иконы Вопрос. Условие окончания — нижнему.

Условие окончания цикла может помечаться как словом «Нет», так и словом «Да». То же самое относится к условию продолжения.

Пример 1. На рис. 46 условие продолжения цикла имеет вид

В кошельке есть монеты?	=	Да

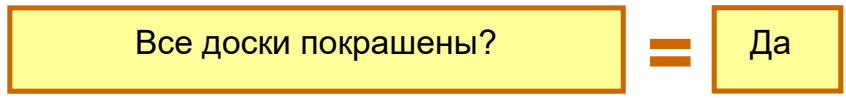
Когда деньги кончатся, логическая переменная величина изменит свое значение с «Да» на «Нет». В этот момент условие продолжения исчезнет. И появится условие окончания цикла:

В кошельке есть монеты?	=	Нет

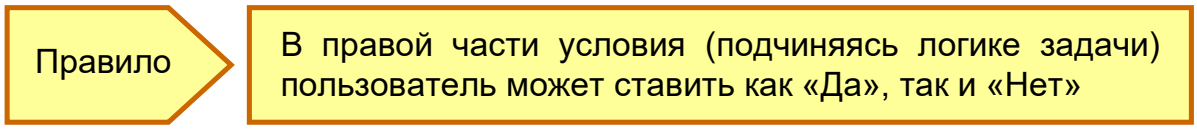
Пример 2. На рис. 47 условие продолжения цикла имеет вид

Все доски покрашены?	=	Нет

Когда все доски будут покрашены, логическая переменная изменит свое значение с «Нет» на «Да». В этот момент условие продолжения цикла исчезнет. И появится условие окончания:



Сравнивая примеры 1 и 2 (рис. 46 и 47), можно сформулировать



ВЫВОДЫ

1. Различают три типа алгоритмов: линейные, разветвленные и циклические.
2. Термин «цикл Стрелка» обозначает два типа циклов:
   - цикл ДО;
   - цикл ПОКА.
3. Цикл Стрелка легко узнать по характерной горизонтальной стрелке, направленной влево.
4. Петля цикла Стрелка закручена против часовой стрелки.
5. Условие *продолжения* цикла — условие, при котором цикл продолжает работать.
6. Условие *окончания* цикла — при котором цикл заканчивает работу.
7. Условие продолжения цикла соответствует правому выходу иконы Вопрос, условие окончания — нижнему выходу.
8. Условие окончания и продолжения могут помечаться как словом «Нет», так и словом «Да».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 5

1. На какие части делится главное окно конструктора DrakonHub?
2. В главном меню конструктора DrakonHub имеются три стрелки. Зачем они нужны?
3. Как выбрать режим «Медик»?
4. Как создать новый проект в конструкторе DrakonHub?
5. Как найти кнопку **+ диаграмма**?
6. Зачем нужна валентная точка?
7. Зачем нужно менять местами «Да» и «Нет»? Приведите примеры.
8. Как ввести текст в икону Вопрос?
9. Как вставить ветку в силуэт?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 5

1. Назовите минимальное число маршрутов, которое может иметь разветвленный алгоритм:

- Три маршрута.
- Пять маршрутов.
- Десять маршрутов.
- Два маршрута.

2. Как закручена петля цикла Стрелка?

- По часовой стрелке.
- Против часовой стрелки.
- В фазовой плоскости.
- В противофазе.

3. Условие продолжения цикла — это условие, при котором цикл

- Заканчивает работу.
- Продолжает работу.
- Начинает работать прерывисто.
- Выдерживает паузу.
- Помечается словом «Нет».

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 5

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм в виде цикла ПОКА по образцу на рис. 46. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм в виде цикла ДО по образцу на рис. 47. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
3. Выполните пункт 1, но в теле цикла разместите 5 икон Действие.
4. Выполните пункт 2, но в теле цикла разместите 5 икон Действие.
5. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 1 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 1 к практическому заданию. ПОРЯДОК ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ С ОСТРЫМИ НАРУШЕНИЯМИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

1. Бригада скорой медицинской помощи доставляет больных с признаками ОНМК в медицинские организации, оказывающие круглосуточную медицинскую помощь по профилю "неврология" и в которых создано неврологическое отделение для больных с острыми нарушениями

мозгового кровообращения (далее – Отделение), минуя приемное отделение медицинской организации.

2. Больные с признаками ОНМК при поступлении в смотровой кабинет Отделения осматриваются дежурным врачом-неврологом, который:
   - оценивает состояние жизненно важных функций организма больного, общее состояние больного, неврологический статус;
   - по медицинским показаниям проводит мероприятия, направленные на восстановление нарушенных жизненно важных функций организма больного с признаками ОНМК;
   - организует выполнение электрокардиографии, забора крови для определения количества тромбоцитов, содержания глюкозы в периферической крови, международного нормализованного отношения (далее – МНО), активированного частичного тромбопластинового времени (далее – АЧТВ).
3. Определение содержания тромбоцитов, глюкозы в периферической крови, МНО, АЧТВ производится в течение 20 минут с момента забора крови, после чего результат передается дежурному врачу-неврологу Отделения.
4. После проведения мероприятий, указанных в пункте 2 настоящего Порядка, больной с признаками ОНМК направляется в отделение лучевой диагностики с кабинетом компьютерной томографии и (или) кабинетом магнитно-резонансной томографии, в котором осуществляется проведение компьютерной томографии (далее – КТ-исследование) или магнитно-резонансной томографии (далее - МРТ-исследование) головного мозга для уточнения диагноза.
5. Заключение по результатам проведения исследований, указанных в пункте 4 настоящего Порядка, передается дежурному врачу-неврологу Отделения.
6. Время с момента поступления больного с признаками ОНМК в Отделение до получения дежурным врачом-неврологом Отделения заключения КТ-исследования или МРТ-исследования головного мозга и исследования крови составляет не более 40 минут.
7. При подтверждении диагноза ОНМК больные со всеми типами ОНМК в остром периоде заболевания, в том числе с транзиторными ишемическими атаками, направляются в палату (блок) реанимации и интенсивной терапии Отделения.
8. Время с момента поступления больного в медицинскую организацию до перевода в профильное отделение составляет не более 60 минут.
9. Больным, у которых по заключению КТ-исследования или МРТ-исследования установлены признаки геморрагического инсульта, проводится консультация нейрохирурга в срок не позднее 60 минут с момента получения результатов КТ-исследования, по итогам которой консилиумом врачей принимается решение о тактике лечения.
10. Больным со злокачественным инфарктом в бассейне средней мозговой артерии в первые 24 часа от начала развития заболевания проводится

консультация нейрохирурга, по итогам которой консилиумом врачей принимается решение о тактике лечения.

11. Длительность пребывания больного с ОНМК в палате (блоке) реанимации и интенсивной терапии Отделения определяется тяжестью состояния больного, но не может быть менее 24 часов, необходимых для определения патогенетического варианта ОНМК, тактики ведения и проведения мероприятий, направленных на предотвращение повторного развития ОНМК.
12. После окончания срока лечения в Отделении в стационарных условиях дальнейшие тактика ведения и медицинская реабилитация больного с ОНМК определяются консилиумом врачей.
13. Больные с ОНМК при наличии медицинских показаний направляются для проведения реабилитационных мероприятий в специализированные медицинские и санаторно-курортные организации.
14. Больные с ОНМК, имеющие существенно ограниченные физические или психические возможности и нуждающиеся в интенсивной симптоматической терапии, психосоциальной помощи, длительном постороннем уходе, направляются в медицинские организации, оказывающие паллиативную медицинскую помощь [21].

Глава 6
ДОСРОЧНЫЙ ВЫХОД ИЗ ЦИКЛА

ВВЕДЕНИЕ

Цикл Стрелка — самый простой вид цикла. Он хорош тем, что позволяет легко и быстро изучить важный прием, который называется *досрочный выход из цикла.* Освоив это искусство с помощью цикла Стрелка, в следующей главе мы применим его к более сложным случаям.

ВХОДЫ И ВЫХОДЫ ЦИКЛИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Цикл имеет только один вход. А выходов может быть несколько. Один выход основной, остальные — досрочные.

Чтобы выйти из цикла через досрочный выход, нужно выполнить особое условие.

ДОСРОЧНЫЙ ВЫХОД ИЗ ЦИКЛА «ПОКА»

Карлсон, который живет на крыше, может съесть очень много плюшек. Наверное, штук сто. Или даже двести. Но не больше! Иначе он просто лопнет. А теперь предположим, что в кошельке, на его счастье (или беду), оказалось пятьсот монет.

Как в этой ситуации будет работать алгоритм на рис. 46?

Бедный Карлсон! Ему не позавидуешь. Алгоритм заставит его съесть пятьсот плюшек. Все до единой! И он наверняка умрет от обжорства. Почему? Потому что из цикла на рис. 46 нельзя выйти раньше времени. Вспомним — в кошельке пятьсот монет. Значит каждая команда цикла будет исполнена ровно пятьсот раз. Вот три команды, образующие тело цикла:

- Возьми из кошелька монету
- Купи себе плюшку
- Съешь плюшку

И лишь затем на вопрос: «В кошельке есть монеты?» — мы получим ответ «Нет» и сможем уйти из цикла.

Отсюда следует вывод. Чтобы спасти Карлсона, нужно организовать *досрочный* выход из цикла. Для этого в алгоритм нужно ввести дополнительную икону Вопрос: «Карлсон уже наелся?» (рис. 48).

Что это даст? Допустим, Карлсон может съесть всего двадцать плюшек. После того как цикл повторится двадцать раз, на вопрос: «Карлсон уже наелся?» — будет получен ответ «Да». И мы благополучно выйдем из цикла.

Мы выяснили, что цикл на рис. 48 имеет не один, а два выхода: *основной* и *досрочный*. Через первый мы выходим, когда в кошельке кончились деньги. Через второй — когда Карлсон наелся. Чтобы появился досрочный выход, мы ввели в алгоритм особое условие (покажите его).

ДОСРОЧНЫЙ ВЫХОД ИЗ ЦИКЛА «ДО»

Папино слово — закон! А папа сказал: сегодня нужно покрасить забор. На рис. 47 показан случай, когда все идет по плану и работа успешно доводится до конца.

Однако в жизни вечно случается то одно, то другое. Например, ни с того ни с сего кончилась краска. Этот случай представлен на рис. 49. Алгоритм на рис. 49 имеет два выхода из цикла:

- *основной* выход (забор удалось покрасить);
- *досрочный* выход (забор остался недокрашенным).

Однако, что значит «кончилась краска»? Одно дело, если краски нет в ведре — тогда ее можно взять в сарае. И совсем другое, если в сарае краски тоже нет. Последний случай показан на рис. 50 и 51.

ГИБРИДНЫЙ ЦИКЛ

Какой цикл изображен на рис. 50 и 51? Это цикл ДО или цикл ПОКА? Давайте подумаем вместе.

С одной стороны, он похож на цикл ДО. В самом деле, выше иконы Вопрос «Все доски покрашены?» находятся две иконы Действие:

- Покрась одну доску.
- Шагни вправо на ширину доски.

С другой стороны, он похож на цикл ПОКА, так как на нижней линии обратной связи появились две иконы Действие:

- Сходи в сарай за краской.
- Возьми краску в сарае.

Таким образом, данный цикл представляет собой гибрид — помесь циклов ДО и ПОКА. Назовем его *гибридный цикл.*

СКОЛЬКО СТРЕЛОК: ОДНА ИЛИ ДВЕ

На рисунках 50 и 51 показан один и тот же алгоритм. Все иконы в них совпадают. Но есть маленькое отличие. На рис. 50 изображены две стрелки, а на рис. 51 всего одна.

Почему так получилось? Проследим два маршрута на рисунке 50.

Первый маршрут выходит из иконы Вопрос «Краска в ведре кончилась?», затем идет вправо через «Нет» и превращается в нижнюю стрелку. Второй маршрут исходит из иконы «Возьми краску в сарае» и образует верхнюю стрелку.

На рисунке 51 оба маршрута начинаются точно так же, в тех же местах. Но затем они соединяются и превращаются в одну-единственную стрелку. О чем это говорит? О том, что алгоритмы на рис. 50 и 51 работают совершенно одинаково. Число стрелок (одна или две) никак не влияет на работу алгоритма.

Какой вариант следует предпочесть? Цикл на рис. 50 содержит больше деталей: он имеет две лишние линии, лишний изгиб и лишнюю стрелку, которые загромождают зрительное поле и являются ненужными визуальными раздражителями. Поэтому рекомендуется вариант с одной стрелкой, как на рис. 51, ибо он более экономичный и более элегантный.

Правило одной стрелки

- Если две или три стрелки цикла сходятся в одном месте, их нужно объединить и превратить в одну стрелку
- Рекомендуется схема с одной стрелкой, как на рис. 51.
- Схема с двумя стрелками, как на рис. 50, запрещена.

ДВА ДОСРОЧНЫХ ВЫХОДА ИЗ ЦИКЛА

Жизнь полна неожиданностей. Кому охота красить забор, если все нормальные люди уже играют в футбол?

Этот полезный для футбола и вредный для забора случай отражен на рис. 52. Данный алгоритм интересен тем, что в нем три выхода из цикла: основной и два досрочных.

В первом случае забор будет покрашен как надо. Во втором дело не ладится из-за нехватки краски. В третьем — из-за любви к футболу.

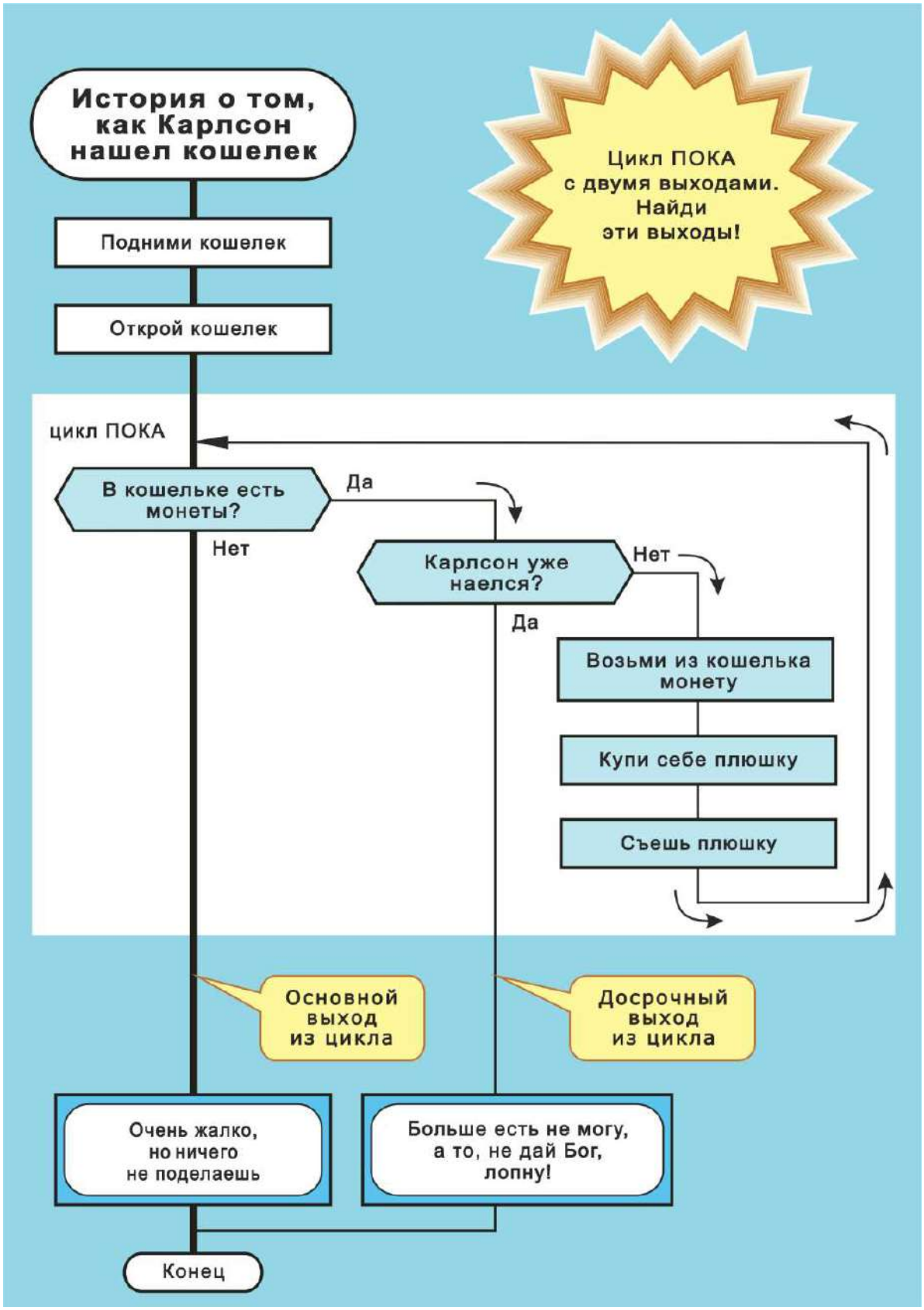


Рис. 48. Досрочный выход из цикла происходит потому, что Карлсон больше не хочет есть. Сравните с рис. 46

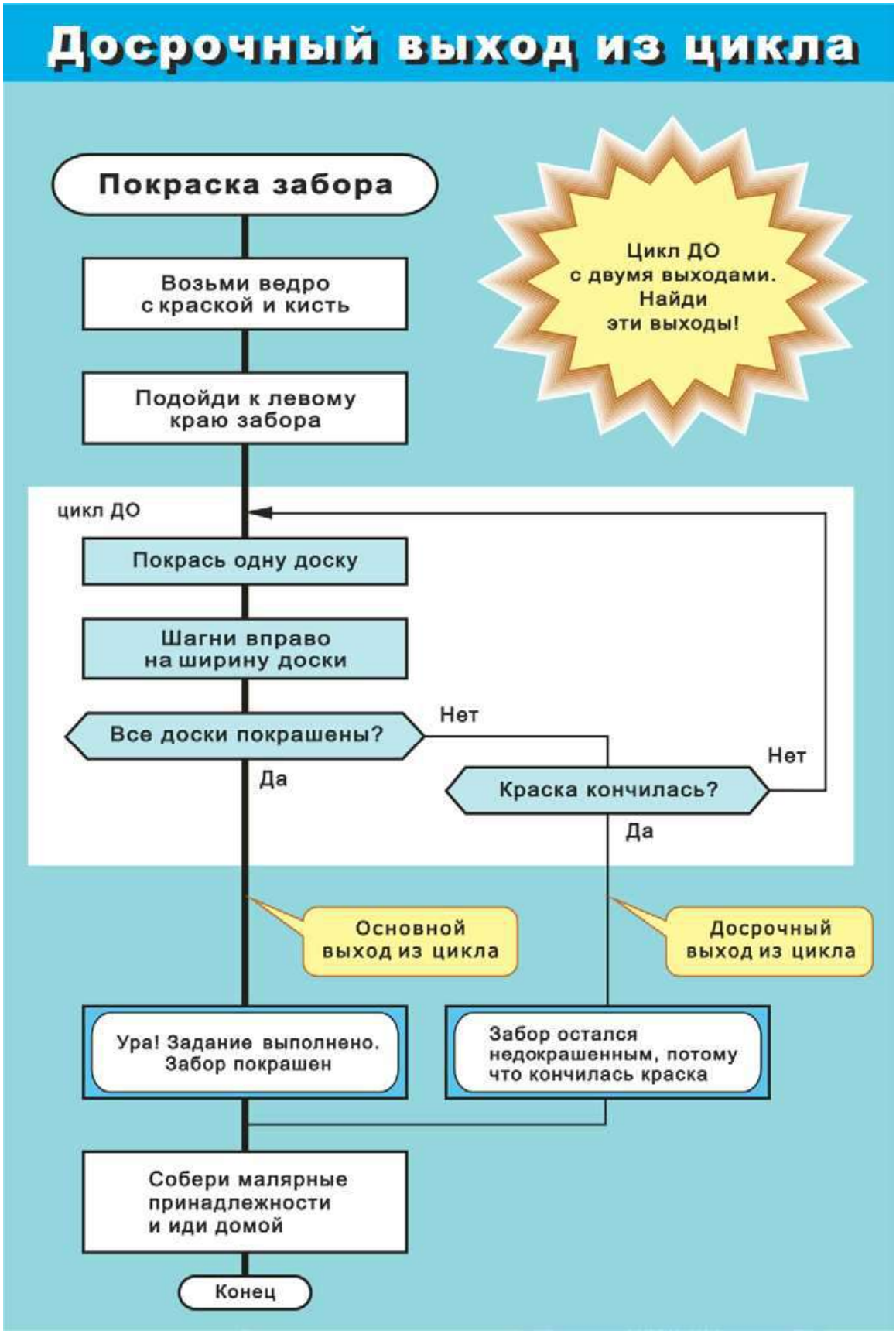


Рис. 49. Досрочный выход из цикла, потому что кончилась краска. Сравните с рис. 47

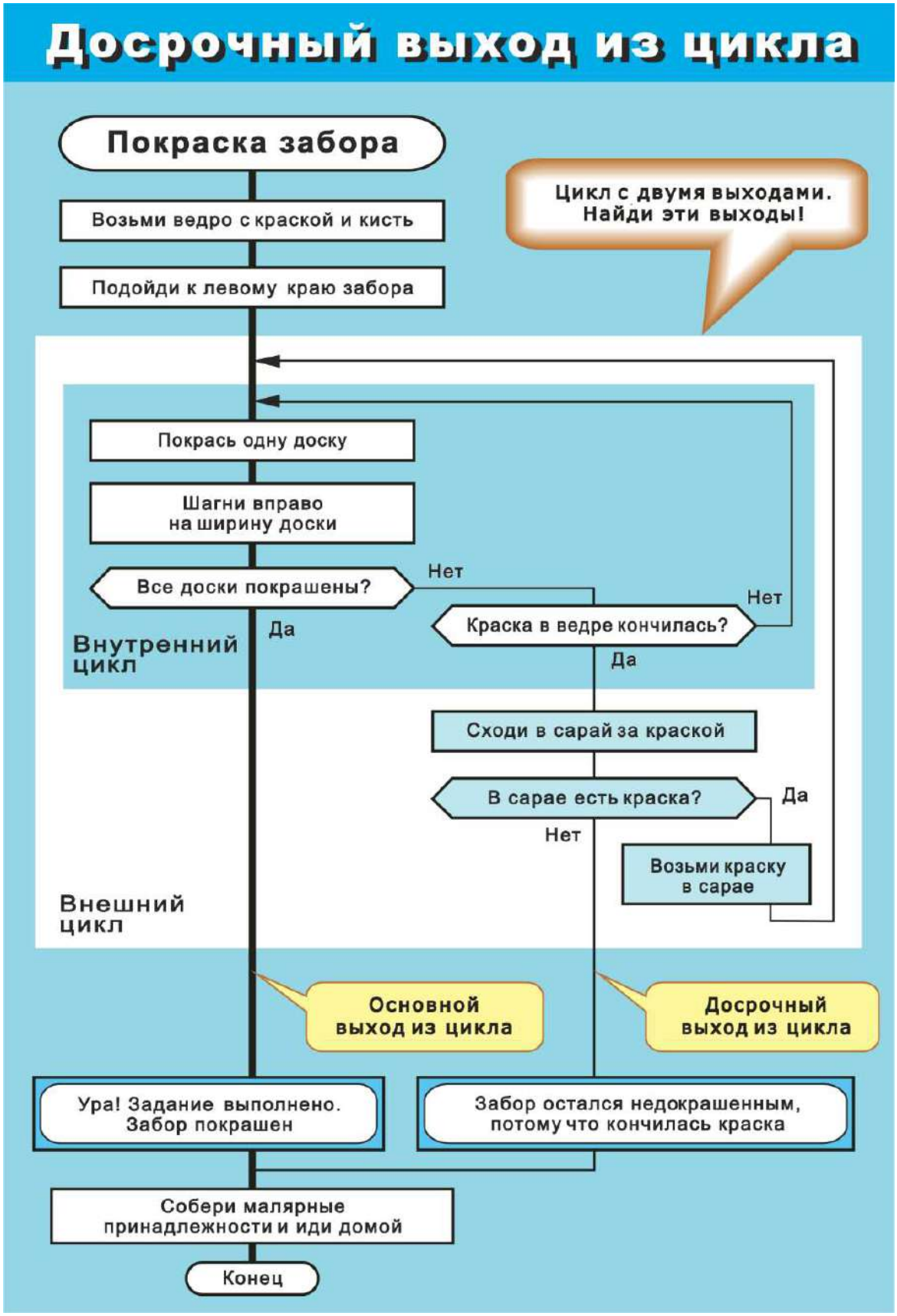


Рис. 50. Досрочный выход из цикла, потому что краска в ведре кончилась. И в сарае краски тоже нет

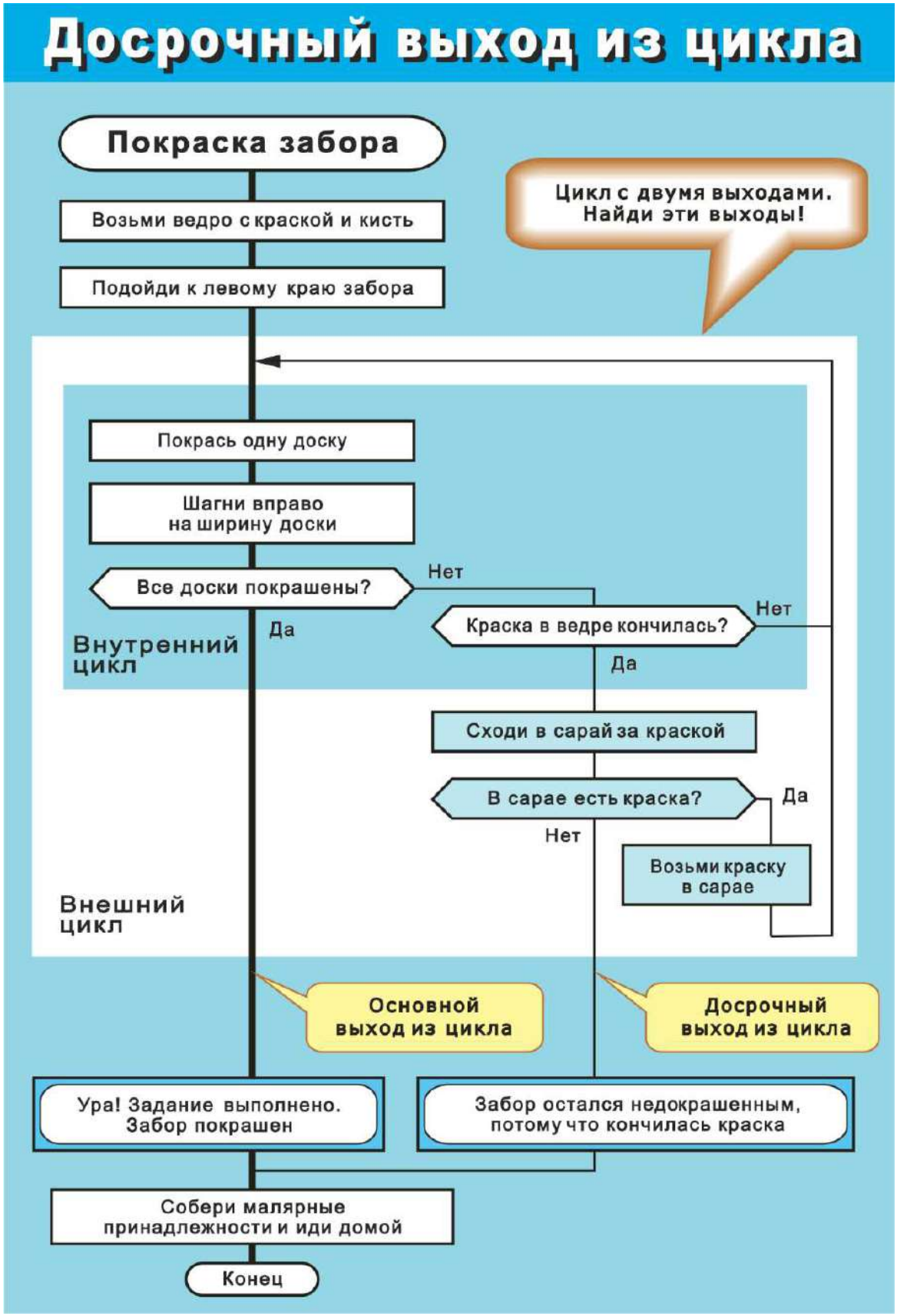


Рис. 51. Те же условия, что на рис. 50. Разница лишь в том, что две стрелки цикла объединились и превратились в одну.

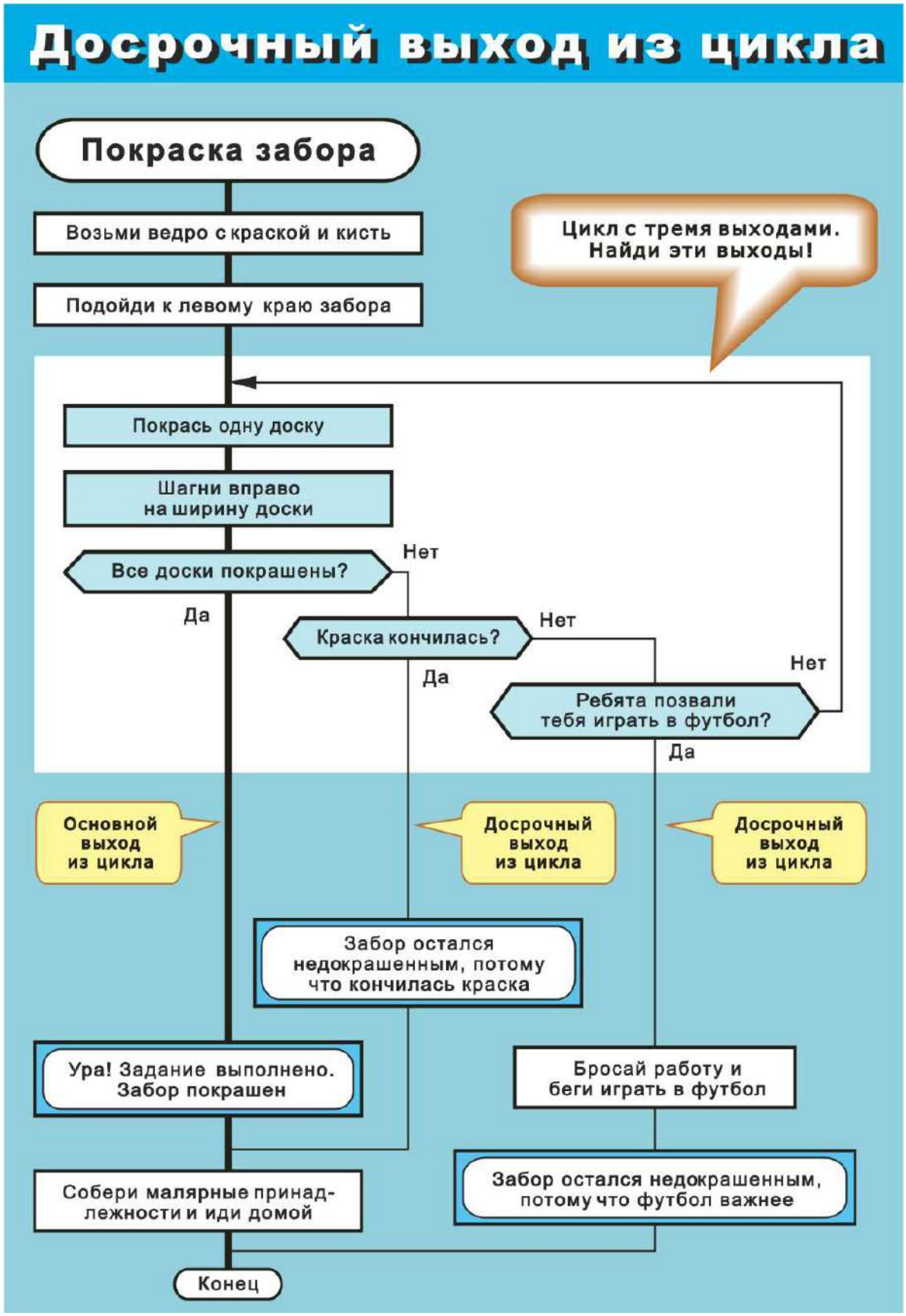


Рис. 52. Два досрочных выхода: (1) потому, что краска кончилась, (2) потому что ребята позвали играть в футбол

ВЫВОДЫ

Анализируя цикл Стрелка на рис. 43—52, можно сделать следующие замечания.

1. Цикл имеет один вход и один или несколько выходов.
2. Если вход в цикл находится на шампуре, то единственный выход также находится на шампуре.
3. Если цикл имеет более одного выхода, основной выход размещается на шампуре. Досрочные выходы — справа от него.
4. Тело цикла ДО находится на шампуре
5. Тело цикла ПОКА находится справа от шампура.
6. Петля цикла находится правее шампура и закручена против часовой стрелки.
7. Закручивать петлю цикла в обратную сторону запрещено.
8. В иконе Вопрос записана логическая переменная величина, принимающая два значения: «Да» и «Нет».
9. Логическая переменная величина задает условие цикла, которое распадается на две части:
   - условие продолжения цикла,
   - условие окончания цикла.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 6

1. Зачем нужен досрочный выход из цикла? Приведите примеры.
2. Что такое гибридный цикл? Приведите пример.
3. Назовите правило одной стрелки.
4. Почему запрещен цикл с двумя стрелками?
5. Как построить цикл с двумя досрочными выходами? Приведите пример.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 6

1. Выберите правильный ответ:

- Цикл имеет один вход и один или несколько выходов.
- Цикл имеет один вход и один выход.
- Цикл имеет несколько входов и несколько выходов.
- Цикл имеет несколько входов и один выход.

2. Выберите правильный ответ:

- Если вход в цикл находится на шампуре, то единственный выход находится справа от шампура.
- Если вход в цикл находится на шампуре, то единственный выход также находится на шампуре.
- Если вход в цикл находится на шампуре, то единственный выход находится слева от шампура.

3. Выберите правильный ответ:

- Тело цикла ДО находится справа от шампура.
- Тело цикла ДО находится на шампуре.
- Тело цикла ДО находится слева от шампура.
- Тело цикла ДО находится ниже шампура.

4. Выберите правильный ответ:

- Петля цикла находится правее шампура и закручена против часовой стрелки.
- Петля цикла находится левее шампура и закручена против часовой стрелки.
- Петля цикла находится левее шампура и закручена по часовой стрелке.
- Петля цикла находится правее шампура и закручена по часовой стрелке.

5. Выберите правильный ответ:

- Если две стрелки цикла сходятся в одном месте, их не нужно объединять и превращать в одну стрелку.
- Если две или три стрелки цикла сходятся в одном месте, нужно объединить их и превратить в одну стрелку.
- Если три стрелки цикла сходятся в одном месте, их не нужно объединять и превращать в одну стрелку.

6. Выберите правильный ответ:

- Если цикл имеет более одного выхода, основной выход размещается на шампуре, а досрочные выходы — слева от него.
- Если цикл имеет более одного выхода, основной выход размещается справа от шампура, а досрочные выходы — слева от него.
- Если цикл имеет более одного выхода, основной выход размещается на шампуре, а досрочные выходы — справа от него.
- Если цикл имеет более одного выхода, основной выход размещается слева от шампура, а досрочные выходы — справа от него.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 6

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с досрочным выходом из цикла по образцу на рис. 48. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с досрочным выходом из цикла по образцу на рис. 49. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. Выполните пункт 1, но в теле цикла разместите 5 икон Действие.

4. Выполните пункт 2, но в теле цикла разместите 5 икон Действие.
5. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 2 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 2 к практическому заданию. ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ ГРАЖДАН ОРГАНАМИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ К МЕСТУ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ МЕДИЦИНСКИХ ПОКАЗАНИЙ

1. Настоящий Порядок регулирует вопросы, связанные с направлением органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере здравоохранения граждан, имеющих право на получение государственной социальной помощи в виде набора социальных услуг (далее – граждан), для получения ими лечения в медицинских организациях и иных организациях, осуществляющих медицинскую деятельность, подведомственных федеральным органам исполнительной власти (далее – медицинские учреждения) при наличии медицинских показаний.
2. При наличии у гражданина медицинских показаний в соответствии с заключением врачебной комиссии медицинской организации в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения направляется выписка из истории болезни, содержащая данные клинических, рентгенологических, лабораторных и других исследований, для решения вопроса о выдаче ему направления на лечение.
3. Орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения при подтверждении наличия у гражданина медицинских показаний к госпитализации направляет в адрес руководителя медицинского учреждения выписку из истории болезни гражданина, содержащую данные клинических, рентгенологических, лабораторных и других исследований, соответствующих профилю заболевания, не более чем месячной давности, а также заключение с обоснованием необходимости его лечения в указанном учреждении и заполняет необходимые документы в соответствии с образцом
4. Медицинское учреждение в течение 14 дней со дня поступления выписки из истории болезни гражданина, а при очной консультации – в день получения заключения о результатах проведенного обследования гражданина, рассматривает эти документы, выносит решение о необходимости госпитализации и заполняет графы указанного ранее образца. О принятом решении медицинское учреждение информирует соответствующий орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения с указанием даты госпитализации гражданина.

Выписка из истории болезни и заключение о результатах проведенных обследований гражданина возвращаются в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения.

5. Органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения оформляется и выдается гражданину направление на лечение в медицинское учреждение и заполняет Талон № 2.

   Талон № 2 представляется гражданином в исполнительные органы Фонда социального страхования Российской Федерации для обеспечения их специальными талонами или именными направлениями на право бесплатного получения проездных документов к месту лечения и обратно.

6. По окончании оказания гражданину медицинской помощи медицинское учреждение выдает ему выписку из истории болезни, содержащую подробные данные о проведенном лечении и рекомендации по дальнейшему ведению и лечению гражданина в медицинской организации по месту жительства, а также заполняет Талон N 1, который направляет в соответствующий орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации в сфере здравоохранения [22].

Глава 7
ПРЕВРАЩАЕМ ЦИКЛ «СТРЕЛКА» В ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

ИЗУЧАЕМ ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

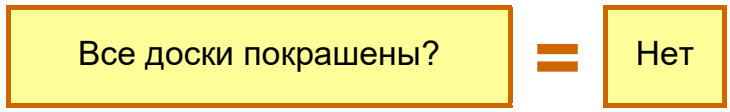
На рис. 47 изображен алгоритм примитив «Покраска забора». Можно ли нарисовать его в виде силуэта? Да, можно. Результат показан на рис. 53.

Силуэт (в отличие от примитива) имеет внутреннюю структуру — он аккуратно разбит на три ветки:

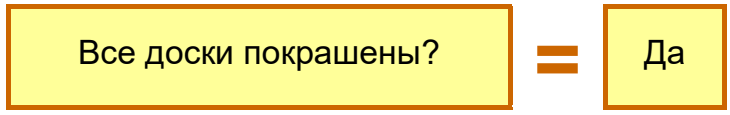
- Подготовка к работе
- Покраска
- Завершение

Нас, разумеется, интересует вторая ветка, где слово «Покраска» встречается дважды: вверху и внизу. Это значит, что перед нами *веточный* цикл. Бегунок, доехав до Адреса «Покраска», тут же вернется к началу ветки и будет «утюжить» ее вновь и вновь.

Циклическое движение по ветке «Покраска» будет продолжаться до тех пор, пока выполняется условие продолжения цикла:



Когда Том Сойер кончит красить забор, появится условие окончания цикла:



После этого бегунок, проходя через икону Вопрос, повернет направо и через Адрес «Завершение» попадет в ветку «Завершение». На этом алгоритм закончит работу (рис. 53).

Алгоритмы на рисунках 47 и 53 эквивалентны — они делают одно и то же (выполняют одни и те же действия).

СИЛУЭТ С ВЕТОЧНЫМ ЦИКЛОМ

Взглянем на рис. 46, где показан алгоритм примитив «Карлсон нашел кошелек». Преобразуем его в силуэт на рис. 54.

Как и раньше, силуэт демонстрирует четкую структуру — он разделен по смыслу на три ветки:

- Находка
- Покупка плюшек
- Завершение

Во второй ветке в иконе Адрес читаем «Покупка плюшек», такая же надпись повторяется в иконе Имя ветки. Подобное совпадение не случайно — перед нами веточный цикл. Мы снова убеждаемся, что цикл Стрелка на рис. 46 благополучно превратился в веточный цикл на рис. 54.

Движение бегунка по ветке «Покупка плюшек» будет повторяться, пока выполняется условие продолжения веточного цикла:

Когда Карлсон истратит все деньги, появится условие окончания цикла:

Бегунок, следуя через икону Вопрос, выйдет направо через «Нет». Через икону Адрес «Завершение» он попадет в ветку «Завершение» и сразу окажется в иконе Конец (рис. 54).

ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ С ДОСРОЧНЫМ ВЫХОДОМ

Как и любой цикл, веточный цикл может иметь основной и досрочный выходы. Освежим в памяти алгоритм про Карлсона на рис. 48. Действуя по накатанной колее, превратим примитив в силуэт, а цикл Стрелка — в веточный цикл. Результат представлен на рис. 55.

Оба алгоритма имеют досрочный выход из цикла. На рис. 48 мы имеем досрочный выход из цикла со стрелкой, а на рис. 55 он превратился в досрочный выход из веточного цикла.

Черные треугольники показывают, что веточный цикл находится во второй ветке, которая называется «Покупка плюшек». В той же ветке расположены две иконы Вопрос, организующие выход из цикла (рис. 55).

Для основного выхода служит верхний Вопрос «В кошельке есть монеты?» и ответ «Нет».

Нижний Вопрос «Карлсон уже наелся?» и ответ «Да» реализует досрочный выход.

ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ С ДВУМЯ ДОСРОЧНЫМИ ВЫХОДАМИ

Усложним задачу и попробуем придумать веточный цикл не с одним, а с двумя досрочными выходами.

В качестве прообраза возьмем уже знакомый нам алгоритм «Покраска забора» для случая, когда краска кончилась не только в ведре, но и в сарае. Эта ситуация описана с помощью цикла Стрелка на рис. 51.

Повторим уже испытанный прием, т. е. превратим примитив в силуэт, а цикл Стрелка — в веточный цикл. Результат показан на рис. 56.

Что нового на этот раз? Что изменилось?

Первое отличие (по сравнению с рис. 53) — силуэт теперь содержит не три, а четыре ветки:

- Подготовка к покраске
- Покраска
- Доставка краски
- Уборка

Кроме того, силуэт на рис. 56 имеет два досрочных выхода из цикла:

- Краска в ведре кончилась? Да.
- В сарае есть краска? Нет.

Появилась новая ветка «Доставка краски», которая обеспечивает второй досрочный выход.

Еще одно отличие — внизу мы замечаем две иконы Адрес, содержащие черные треугольники (рис. 56).

Легко проверить, что силуэт с двумя досрочными выводами работает правильно.

ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ С ЦИКЛОМ «ДО»

Забудем про досрочные выходы и перейдем к новому сюжету.

Веточный цикл можно использовать в сочетании с циклом ДО. При этом образуется конструкция «цикл в цикле».

Предположим, забор состоит из 300 или 500 досок, которые нужно покрасить. Силуэт на рис. 53 успешно решает эту работу при любом числе досок.

Усложним задачу. Будем считать, что для покраски одной доски надо провести по ней кистью несколько раз. Например, 10 или 20 раз. Наш силуэт пока еще не умеет этого делать. Как быть?

Надо придумать новый алгоритм, изображенный на рис. 57.

Внутри веточного цикла «Покраска» появился новый элемент — цикл ДО, способный наносить на доску нужное число мазков. Для этой цели цикл ДО содержит иконы:

- Обмакни кисть в краску
- Сделай мазок кистью по доске
- Покраска доски закончена?

Как только данная доска будет полностью покрашена с помощью цикла ДО, выполняется команда:

- Шагни вправо на ширину доски

Это значит, что в дело вступает веточный цикл, который осуществляет переход к следующей доске.

Подведем итоги. При покраске забора веточный цикл переходит от доски к доске, а цикл ДО — от мазка к мазку. Их совместная работа называется «цикл в цикле», потому что цикл ДО находится внутри веточного цикла.

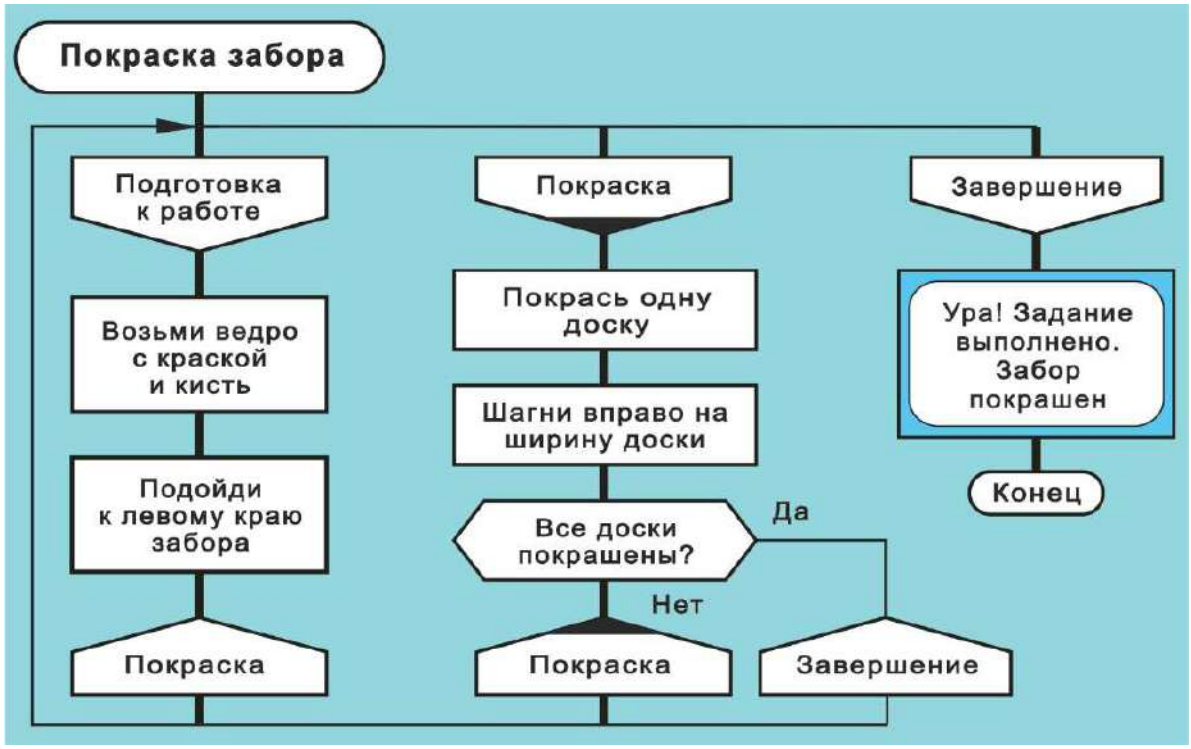


Рис. 53. Алгоритм силуэт «Покраска забора» с веточным циклом. Сравни с рис. 47

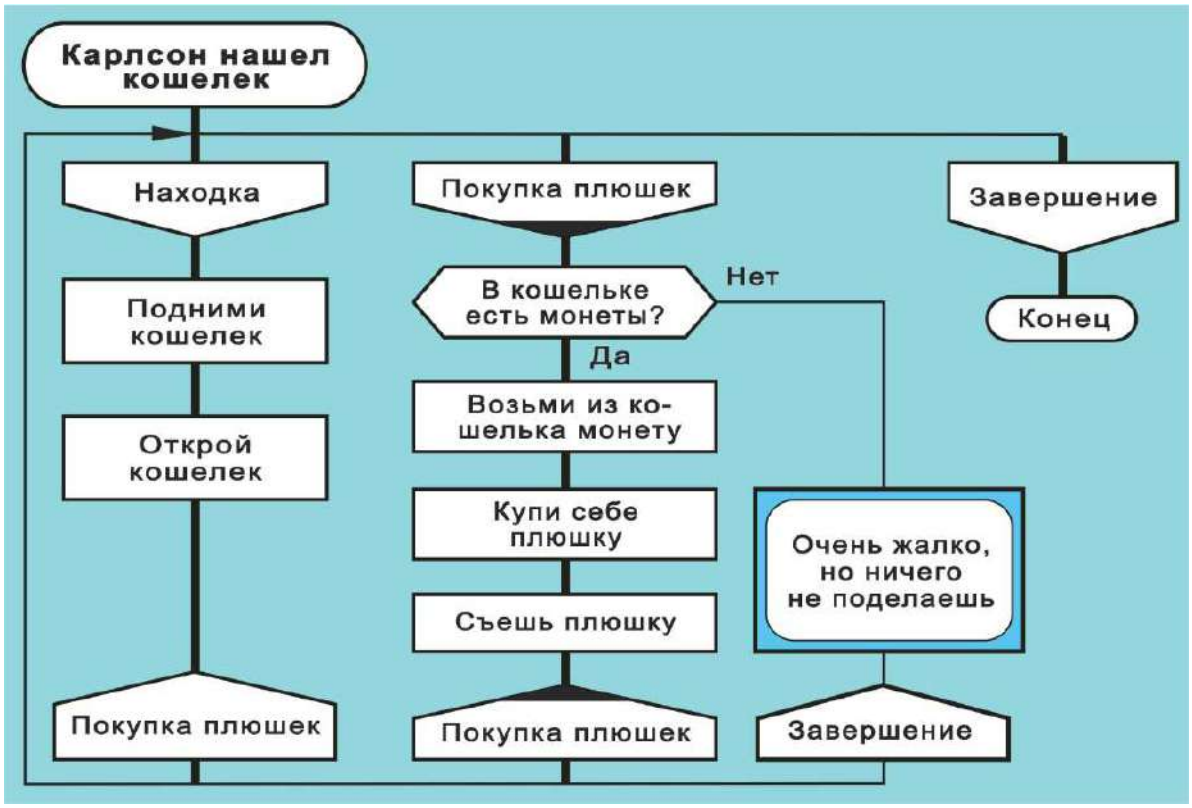


Рис. 54. Алгоритм силуэт «Карлсон нашел кошелек» с веточным циклом. Сравни с рис. 46

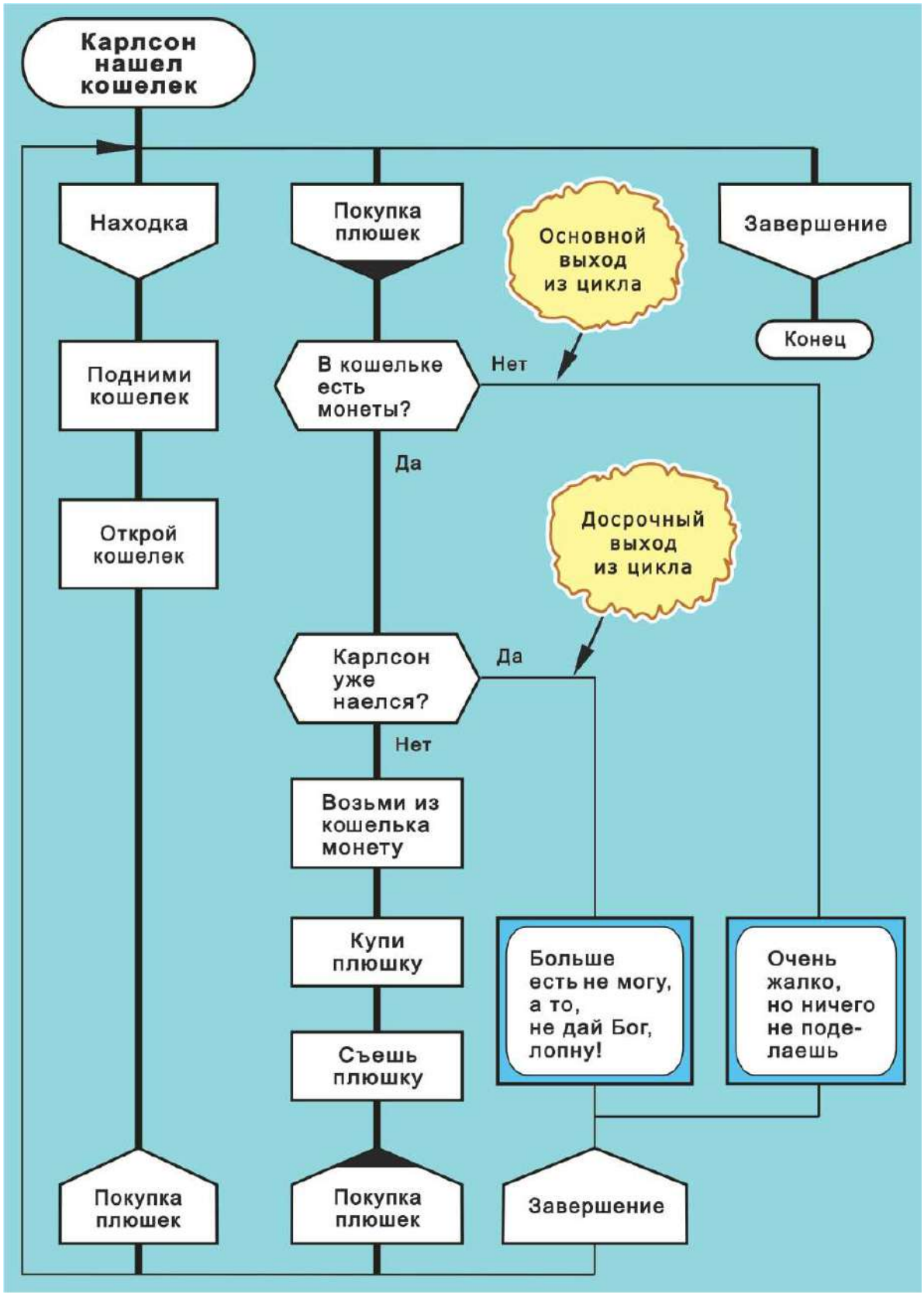


Рис. 55. Алгоритм «Карлсон нашел кошелек» с досрочным выходом. Найдите веточный цикл. Найдите досрочный выход. Сравните с рис. 48

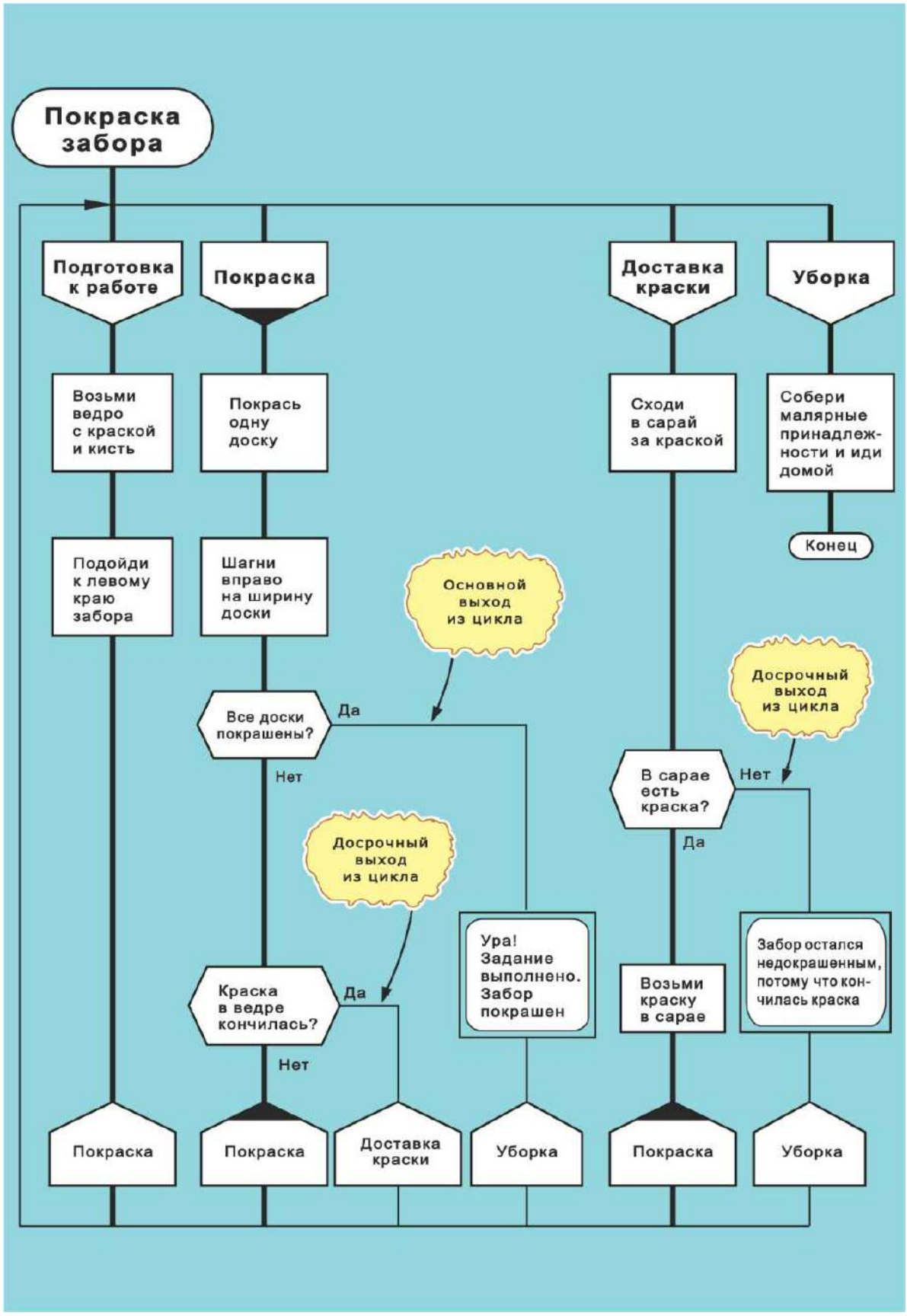


Рис. 56. Алгоритм «Покраска забора» с двумя досрочными выходами. Найдите веточный цикл. Найдите досрочные выходы. Сравните с рис. 50

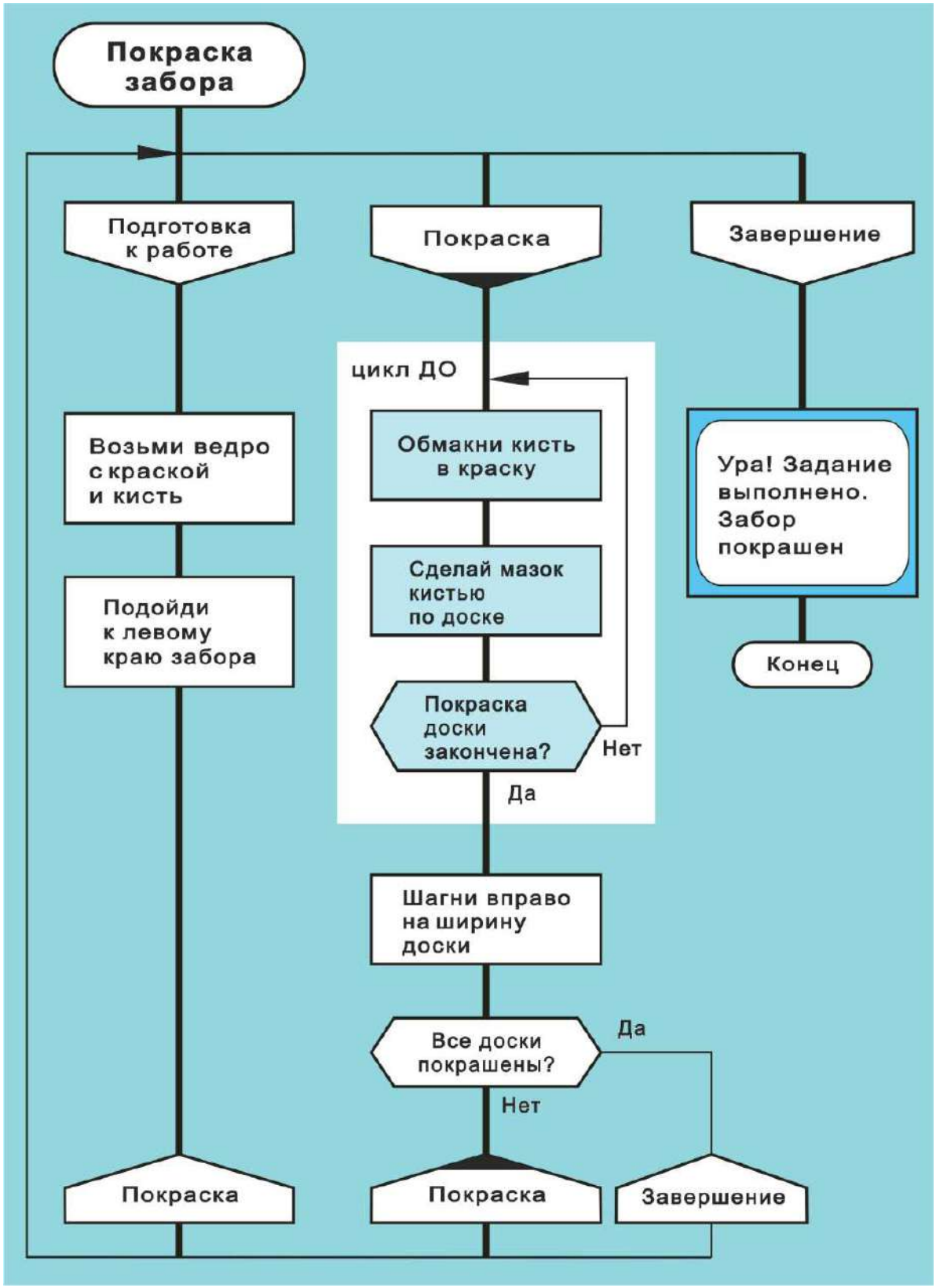


Рис. 57. Цикл ДО внутри веточного цикла.
Найдите цикл ДО и веточный цикл. Объясните, как они работают

СМЫСЛ ГОВОРИТ О МНОГОМ

Силуэт делится на ветки не случайно, а по смыслу. В иконах Имя ветки следует писать не первое попавшееся название, а название, точно и полно отражающее смысл.

Смысловые названия веток очень важны. Они облегчают чтение алгоритма и содействуют глубокому пониманию.

КОГДА В ИКОНЕ «ИМЯ ВЕТКИ» ПИШУТ СЛОВО «ЗАВЕРШЕНИЕ»

Рассмотрим случай, когда в последней ветке силуэта находятся всего две иконы: «Имя ветки» и «Конец». В этом случае в иконе Имя ветки пишут слово Завершение (рис. 54, 55).

Если в последней ветке (кроме икон Имя ветки и Конец) нарисованы одна или несколько икон Комментарий, в иконе «Имя ветки» также пишут Завершение (рис. 53, 57).

Правило

При описанных условиях запрещается заменять слово «Завершение» каким-либо другим словом

Если же в последней ветке (кроме икон Имя ветки и Конец) находится икона, отличная от Комментария, вместо слова Завершение пишут слово, обозначающее смысл, т. е. содержание ветки.

Например, на рис. 56 использовано смысловое слово Уборка.

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.

ВЫВОДЫ

1. *Веточный цикл* — это повторное исполнение одной и той же ветки.
2. Чтобы построить веточный цикл, нужно написать в иконе Адрес название данной ветки (или более левой ветки).
3. Веточный цикл используется только в силуэте.
4. Как и любой цикл, веточный цикл может иметь основной и досрочный выходы.
5. В веточном цикле в иконах Имя ветки и Адрес используются черные треугольники (маркеры).
6. Маркеры привлекают внимание и позволяют легко заметить веточный цикл даже при беглом взгляде.
7. Если в последней ветке силуэта находятся только иконы: Имя ветки, Конец и, возможно, Комментарий, в иконе Имя ветки пишут слово «Завершение».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 7

1. Как называется повторное исполнение одной и той же ветки?
2. Зачем нужен веточный цикл? Приведите примеры.
3. В иконе Адрес записан адрес своей ветки или более левой ветки. О чем это говорит?
4. Как построить веточный цикл с досрочным выходом? Приведите пример.
5. Как построить веточный цикл с двумя досрочными выходами? Приведите пример.
6. Как построить веточный цикл с циклом ДО?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 7

1. Сколько досрочных выходов из веточного цикла на рис. 56:

- 0.
- 1.
- 2.
- 3.

2. Выберите правильный ответ:

- Веточный цикл не может иметь досрочный выход.
- Как и любой цикл, веточный цикл может иметь основной и досрочный выходы.
- Веточный цикл не может иметь основной и досрочный выходы.
- Веточный цикл всегда имеет досрочный выход.

3. Чтобы построить веточный цикл, нужно написать:

- В иконе Заголовок название данной ветки (или более левой ветки).
- В иконе Адрес название данной ветки (или более левой ветки).
- В иконе Имя ветки название данной ветки (или более левой ветки).
- В иконе Вариант название данной ветки (или более левой ветки).

4. Выберите правильный ответ:

- Веточный цикл используется только в силуэте.
- Веточный цикл используется только в примитиве.
- Веточный цикл используется в силуэте и в примитиве.
- Веточный цикл нельзя использовать в силуэте.

5. Выберите правильный ответ:

- В веточном цикле в иконах Вывод и Вопрос используются черные треугольники (маркеры).
- В веточном цикле в иконах Имя ветки и Адрес используются черные треугольники (маркеры).
- В веточном цикле в иконах Имя ветки и Вопрос используются черные треугольники (маркеры).

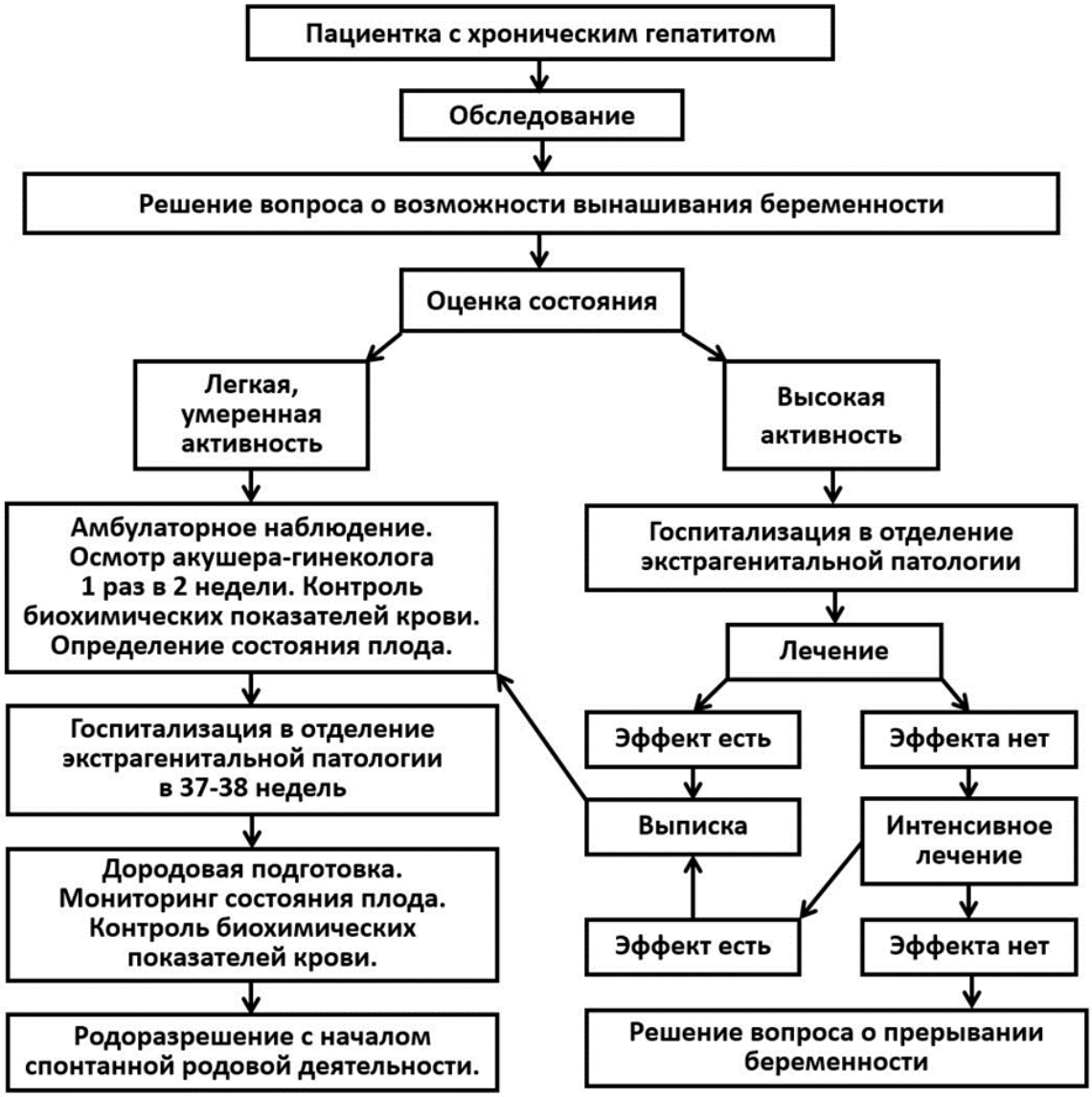
6. Выберите правильный ответ. Если в последней ветке силуэта находятся только иконы:

- Имя ветки, Конец, Действие и Вопрос, в иконе Имя ветки пишут слово «Завершение».
- Имя ветки, Конец и Действие, в иконе Имя ветки пишут слово «Завершение».
- Имя ветки, Конец и, возможно, Комментарий, в иконе Имя ветки пишут слово «Завершение».
- Имя ветки, Конец и Вывод, в иконе Имя ветки пишут слово «Завершение».

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 7

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с веточным циклом по образцу на рис. 53. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с веточным циклом по образцу на рис. 54. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с веточным циклом по образцу на рис. 55. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
4. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с веточным циклом по образцу на рис. 56. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
5. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 3 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 3 к практическому заданию.
ВЕДЕНИЕ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН С ХРОНИЧЕСКИМ ГЕПАТИТОМ



[23].

Глава 8
ЦИКЛ ВНУТРИ ДРУГОГО ЦИКЛА

ЦИКЛ «ДО» ВНУТРИ ЦИКЛА «ДО»

Рассмотрим графическую конструкцию «цикл в цикле». Пусть это будет цикл ДО в цикле ДО.

На рис. 47 есть команда «Покрась одну доску». Взглянем на нее «под микроскопом». Чтобы покрасить доску, надо сделать несколько операций: макнуть кисть в краску, сделать мазок, потом еще и еще — до тех пор, пока вся доска не станет окрашенной. Эти действия можно изобразить в виде цикла.

Полученный цикл мысленно поместим на рис. 47 вместо команды «Покрась одну доску». Результат показан на рис. 58. Мы получили алгоритм, содержащий конструкцию «цикл в цикле».

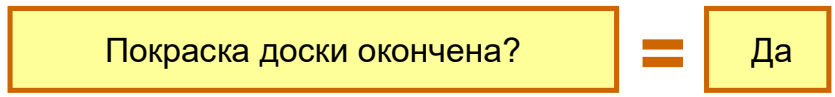
Алгоритм работает так. Предположим, забор красит Том Сойер. Сначала Том выполняет две команды (рис. 58):

- Возьми ведро с краской и кисть
- Подойди к левому краю забора

Дальше нужно покрасить самую первую доску. Для этого Том исполняет команды, содержащиеся в цикле ДО (2):

- Обмакни кисть в краску
- Сделай мазок кистью по доске
- Покраска доски окончена?

Если не окончена, Том продолжает красить до тех пор, пока не будет выполнено условие окончания цикла:



Рассмотрим числовой пример. Предположим, чтобы покрасить одну доску, нужно семь раз макнуть кисть в краску и сделать семь мазков. Значит цикл ДО (2) будет выполнен ровно семь раз.

После этого Том выполняет команды цикла ДО (1):

- Шагни вправо на ширину доски
- Все доски покрашены?

Если нет (не все доски покрашены), Том примется за следующую доску.

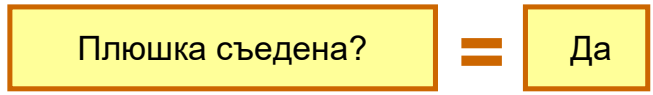
Давайте проследим маршрут (рис. 58). Из иконы «Все доски покрашены?» выходим через «Нет» направо. По стрелке попадаем на вход цикла ДО (1). Затем Том начинает красить вторую доску. Он семь раз макнет кисть и сделает семь мазков. Разделавшись со второй доской, Том шагнет

вправо и возьмется за третью доску. И так далее — пока весь забор не будет покрашен.

ЦИКЛ «ДО» ВНУТРИ ЦИКЛА «ПОКА»

В алгоритме на рис. 46 заменим икону «Съешь плюшку» на цикл ДО, состоящий из икон «Откуси кусок плюшки» и «Плюшка съедена?» (рис. 59). В итоге получим цикл в цикле. Цикл ПОКА, построенный с помощью иконы «В кошельке есть монеты?», является внешним. В нем прячется внутренний цикл ДО (рис. 59).

При выполнении цикла ДО бегунок кружит по внутренней петле. За это время Карлсон откусит один кусок плюшки, потом другой и так далее. Когда он покончит с первой плюшкой, будет выполнено условие окончания цикла ДО.



После этого маршрут бегунка меняется. Если в кошельке по-прежнему есть деньги, бегунок побежит по внешней петле.

Предположим, в кошельке 50 монет, а Карлсон съедает плюшку за три приема. Это значит, что каждая команда цикла ПОКА будет выполнена 50 раз, а каждая команда цикла ДО — 150 раз. (Чтобы съесть 50 плюшек, откусив каждую 3 раза, нужно сделать 50 x 3 = 150 «откусываний»).

ЦИКЛ «ПОКА» ВНУТРИ ЦИКЛА «ДО»

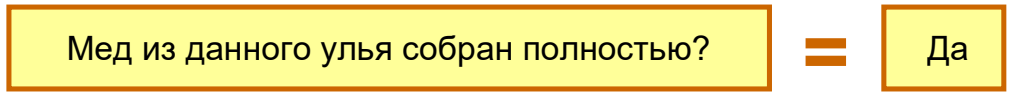
Рассмотрим алгоритм на рис. 60. Предположим, старый пасечник Микола решил собрать мед во всех ульях своей пасеки. Сначала Микола выполняет две команды (рис. 60):

- Надень защитную маску против пчел
- Зайди на пасеку

Дальше нужно взять мед в самом первом улье. Для этого Микола забирает мед из первого улья, делая это поочередно, порцию за порцией. При этом он исполняет команды, содержащиеся в цикле ПОКА:

- Мед из данного улья собран полностью?
- Собери следующую порцию меда из данного улья

При выполнении цикла ПОКА (2) бегунок кружит по внутренней петле. За это время Микола берет одну порцию меда, потом другую и т. д. Когда он покончит с первым ульем, будет выполнено условие окончания цикла ПОКА (2).



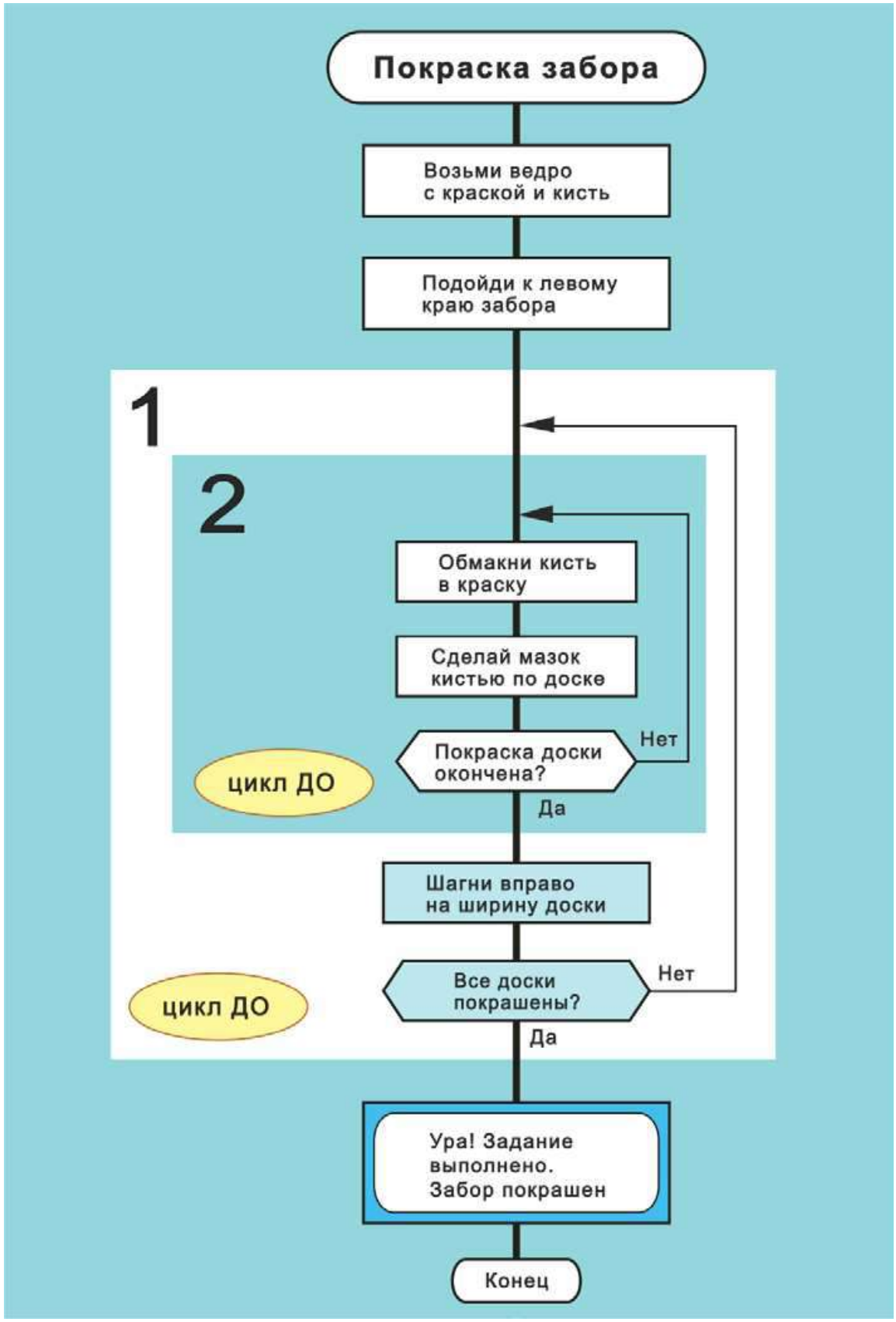


Рис. 58. Алгоритм «Покраска забора». Внутри цикла ДО (1) находится цикл ДО (2) Сравни с рис. 47

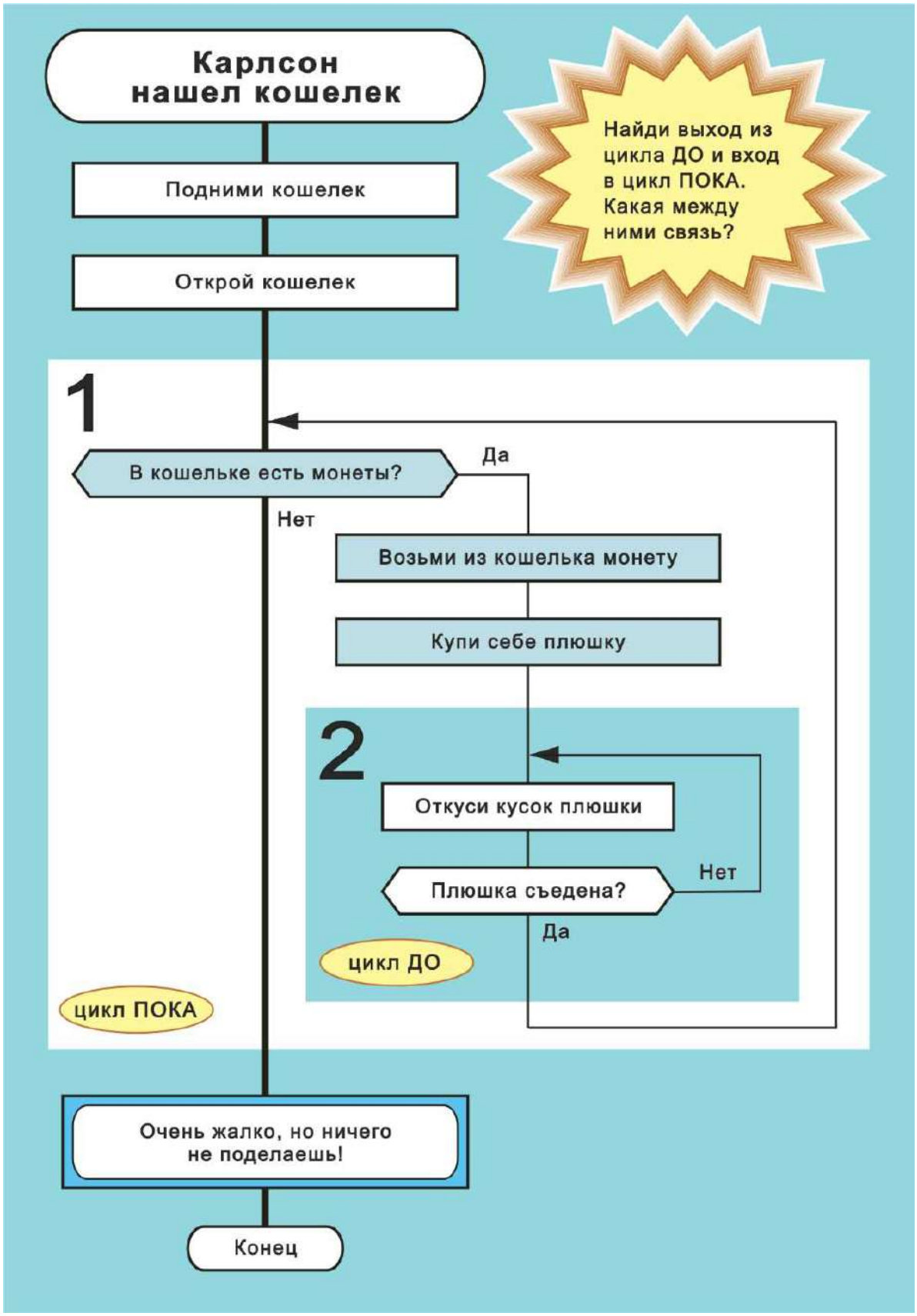


Рис. 59. Алгоритм «Карлсон нашел кошелек».
Внутри цикла ПОКА находится цикл ДО. Сравни с рис. 46

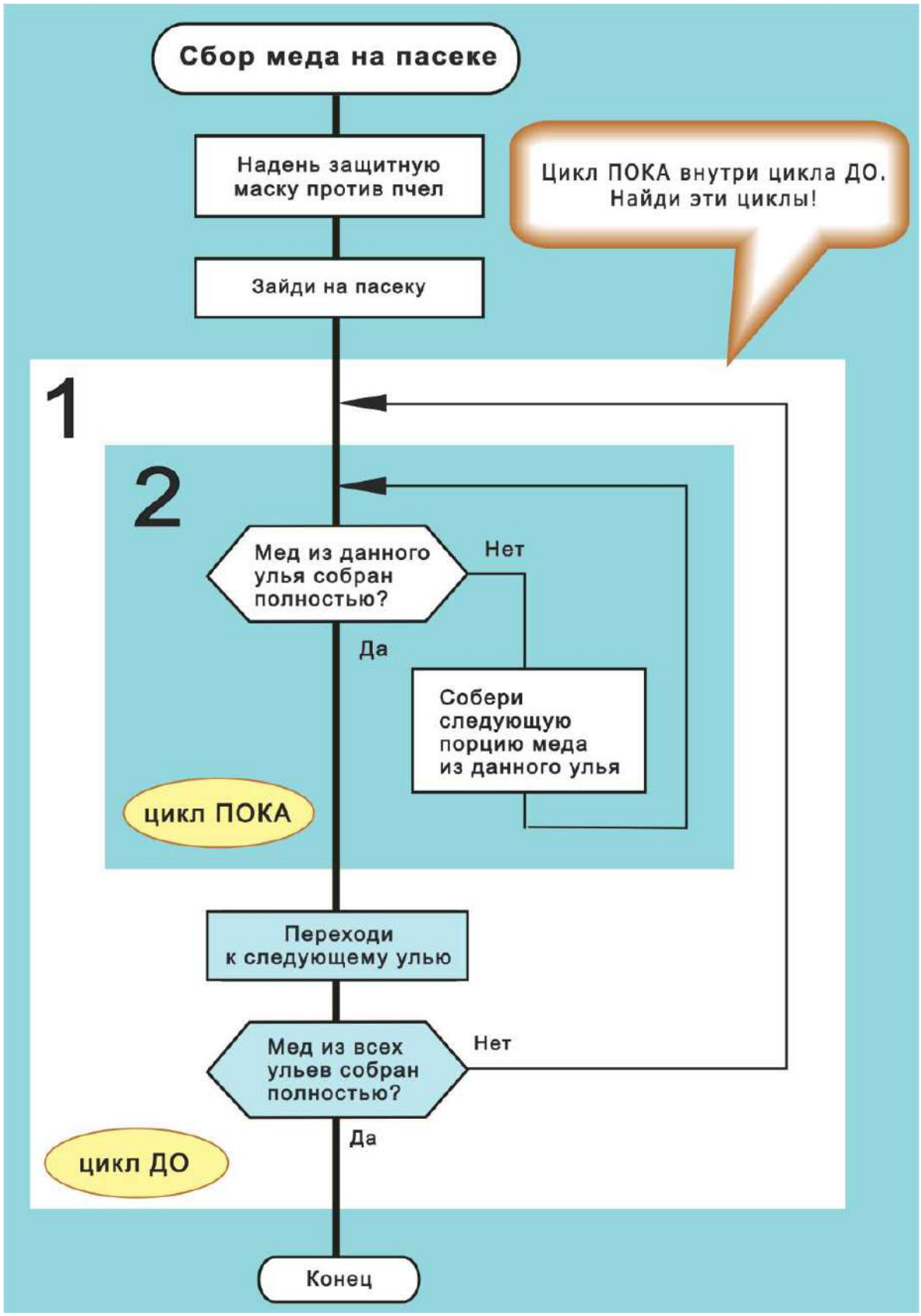
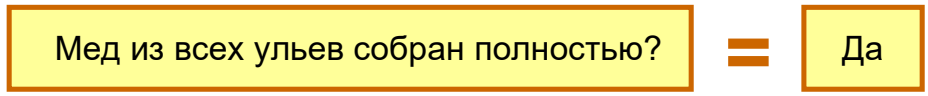


Рис. 60. Алгоритм «Сбор меда на пасеке».
Внутри цикла ДО находится цикл ПОКА

После этого Микола выполняет команды:

- Переходи к следующему улью
- Мед из всех ульев собран полностью?

Если нет (если еще остались полные ульи) Микола продолжает обходить пасеку, улей за ульем. Когда он покончит с последним ульем будет выполнено условие окончания цикла ДО (1):

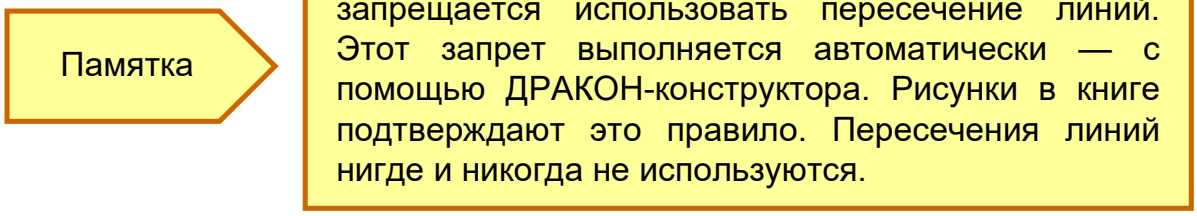


Предположим, на пасеке 30 ульев, причем из каждого улья Микола достает 6 порций меда. Это значит, что каждая команда цикла ДО будет выполнена 6 раз, а каждая команда цикла ПОКА — 180 раз. (Чтобы обойти 30 ульев, взяв из каждого 6 порций, нужно собрать 30 × 6 = 180 порций меда).

ПРОГРАММА ДРАКОН-КОНСТРУКТОР

Рисунок 60 задает правила, используемые при создании конструкции «цикл в цикле».

Правила не надо учить и запоминать. Почему? Потому что правила помнит и выполняет компьютерная программа, которая называется «ДРАКОН-конструктор».



ВЫВОДЫ

1. В главе рассмотрены три варианта структуры «цикл Стрелка в цикле Стрелка».
2. В языке ДРАКОН строго заданы правила, используемые при создании конструкции «цикл в цикле».
3. Указанные правила реализует программа ДРАКОН-конструктор (DrakonHub).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 8

1. Как построить цикл ДО внутри цикла ДО? Приведите пример.
2. Как построить цикл ДО внутри цикла ПОКА? Приведите пример.
3. Как построить внутри цикла ПОКА цикл ДО? Приведите пример.
4. Что произойдет, когда будет выполнено условие окончания внутреннего цикла? Покажите на рисунках.
5. Что произойдет, когда будет выполнено условие окончания внешнего цикла? Покажите на рисунках.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 8

1. Сколько мазков надо сделать при покраске забора из 300 досок (см. рис. 58), если на покраску одной доски нужно 12 мазков:

- 2400.
- 4800.
- 3600.
- 1200.

2. Внутри цикла ДО (1) находится цикл ДО (2). Как расположены их шампуры?

- Шампур цикла ДО (2) находится слева, а второй шампур справа.
- Шампуры находятся на одной вертикали.
- Шампуры находятся на разных вертикалях.
- Шампур цикла ДО (1) находится слева, а второй шампур справа.

3. Внутри цикла ПОКА (1) находится цикл ДО (2). Как расположены их шампуры?

- Шампур цикла ПОКА (1) находится слева, а второй шампур справа.
- Шампур цикла ПОКА (1) соединяет иконы Заголовок и Конец. Цикл ДО (2) не имеет шампура.
- Шампур цикла ПОКА (1) находится справа, а второй шампур слева.
- Цикл ДО (2) имеет шампур, а цикл ПОКА (1) не имеет.

4. Внутри цикла ДО находится цикл ПОКА. Как расположены их шампуры?

- Шампур цикла ДО находится слева, а второй шампур справа.
- Шампуры находятся на одной вертикали.
- Шампуры находятся на разных вертикалях.
- Шампур цикла ДО находится справа, а второй шампур слева.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 8

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с конструкцией «цикл в цикле» по образцу на рис. 58. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с конструкцией «цикл в цикле» по образцу на рис. 59. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм с конструкцией «цикл в цикле» по образцу на рис. 60. Пустые

иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.

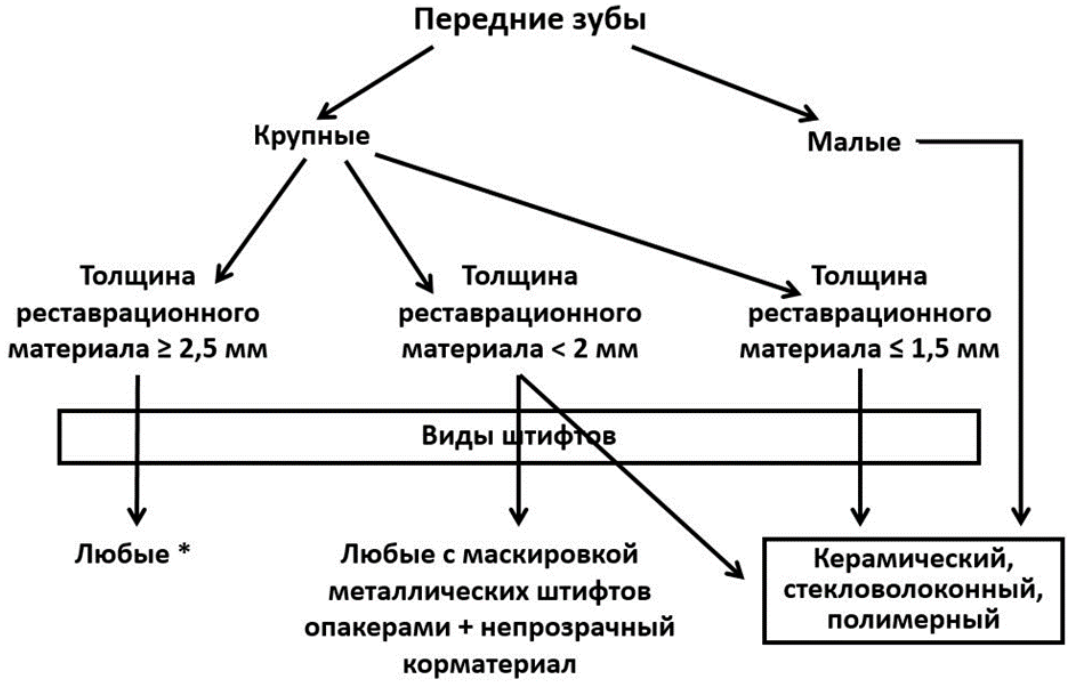
4. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 4 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 4 к практическому заданию. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕПУЛЬПИРОВАННОГО ЗУБА

Для восстановления крупных первых резцов и клыков верхней челюсти можно использовать все виды анкерных штифтов. Предпочтительно с нормальными значениями рентгеноконтрастности. Например, следует ограничить применение углеродных анкерных штифтов из-за их низкой рентгеноконтрастности.

При толщине передней стенки культи в 2 мм возможно 2 варианта: первый — полимерные, стекловолоконные или керамические штифты; второй вариант — при отсутствии в арсенале врача-стоматолога неметаллических штифтов можно использовать металлические штифты, но с покрытием опаковым материалом в качестве маскирующего агента.

Оптимальным для всех случаев, особенно при восстановлении тонких зубов с малой массой (например, вторых резцов), когда толщина реставрационного культевого материала составляет менее 2 мм, является применение рентгеноконтрастных керамических, стекловолоконных или полимерных штифтов [24].



**** Ограничить применение углеродных штифтов***

Часть III
КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ И РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ

Глава 9
КАК ИЗОБРАЗИТЬ ВРЕМЯ В АЛГОРИТМАХ

АЛГОРИТМ «УПРАВЛЕНИЕ СВЕТОФОРОМ»

Как работает светофор? Самый обычный светофор, который стоит на перекрестке и регулирует уличное движение. *Шапка алгоритма* представлена на рис. 61. Шапка содержит икону Заголовок и три иконы Имя ветки. Алгоритм управления светофором показан на рис. 62.

Шапка позволяет получить ответ на три вопроса:

- Как называется задача?
- Из скольких частей она состоит?
- Как называется каждая часть?

Вот ответы для рис. 62.

1) Как называется задача? *(Читаем Заголовок алгоритма).*
   - Управление светофором.
2) Из скольких частей она состоит? *(Считаем иконы «Имя ветки»).*
   - Из трех.
3) Как называется каждая часть? *(Читаем текст в иконах «Имя ветки»).*
   - Управление зеленым светом.
   - Управление красным светом.
   - Ночной режим.

Первая ветка начинается с команды ВКЛЮЧИ ЗЕЛЕНЫЙ (имеется в виду «Включи зеленый сигнал светофора»).

Вторая команда — икона Пауза. Она изображается перевернутой трапецией. Команда Пауза отсчитывает время, записанное внутри иконы. Когда отсчет времени закончен, запускается следующая (после паузы) команда.

Рассмотрим три команды, записанные в первой ветке:

- ВКЛЮЧИ ЗЕЛЕНЫЙ.
- Пауза 2 минуты.
- ВЫКЛЮЧИ ЗЕЛЕНЫЙ.

Что означают эти команды? Они говорят, что зеленый свет будет гореть 2 минуты, а затем погаснет.

Рассмотрим следующие три команды:

- ВКЛЮЧИ ЖЕЛТЫЙ.
- Пауза 10 секунд.
- ВЫКЛЮЧИ ЖЕЛТЫЙ.

Смысл этой тройки команд очевиден. Желтый свет будет гореть 10 секунд, затем погаснет.

Вторая ветка называется «Управление красным светом».

Прочитаем три команды во второй ветке:

- ВКЛЮЧИ КРАСНЫЙ.
- Пауза 2 минуты.
- ВЫКЛЮЧИ КРАСНЫЙ.

Это значит: красный свет будет гореть ровно 2 минуты.

Читаем дальше:

- ВКЛЮЧИ ЖЕЛТЫЙ.
- Пауза 10 секунд.
- ВЫКЛЮЧИ ЖЕЛТЫЙ.

Смысл ясен: желтый свет будет гореть 10 секунд, после чего погаснет.

Обобщим сказанное и опишем последовательность смены сигналов светофора:

- зеленый горит 2 минуты;
- желтый — 10 секунд;
- красный — 2 минуты;
- желтый — 10 секунд.

После этого последовательность все время повторяется.

Алгоритм на рис. 62 работает в двух режимах, которые постоянно чередуются:

- дневной режим;
- ночной режим.

Ночной режим описан в третьей ветке. Ночью красный и зеленый сигналы светофора отключены. Вместо них всю ночь мерцает желтый мигающий.

На рис. 62 в иконах Пауза использована избыточная запись:

- Пауза 2 минуты.
- Пауза 10 секунд.

Почему избыточная? Потому что надо писать короче. Слово «Пауза» лишнее, его следует убрать. Вместо «10 секунд» пишут «10с» и т. д.

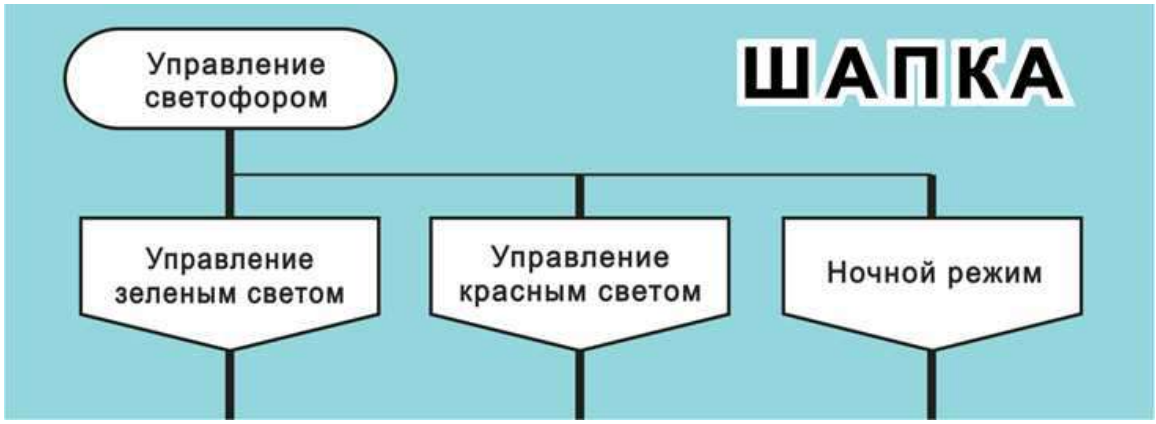


Рис. 61 Шапка алгоритма «Управление светофором». Показаны икона Заголовок и три иконы «Имя ветки»

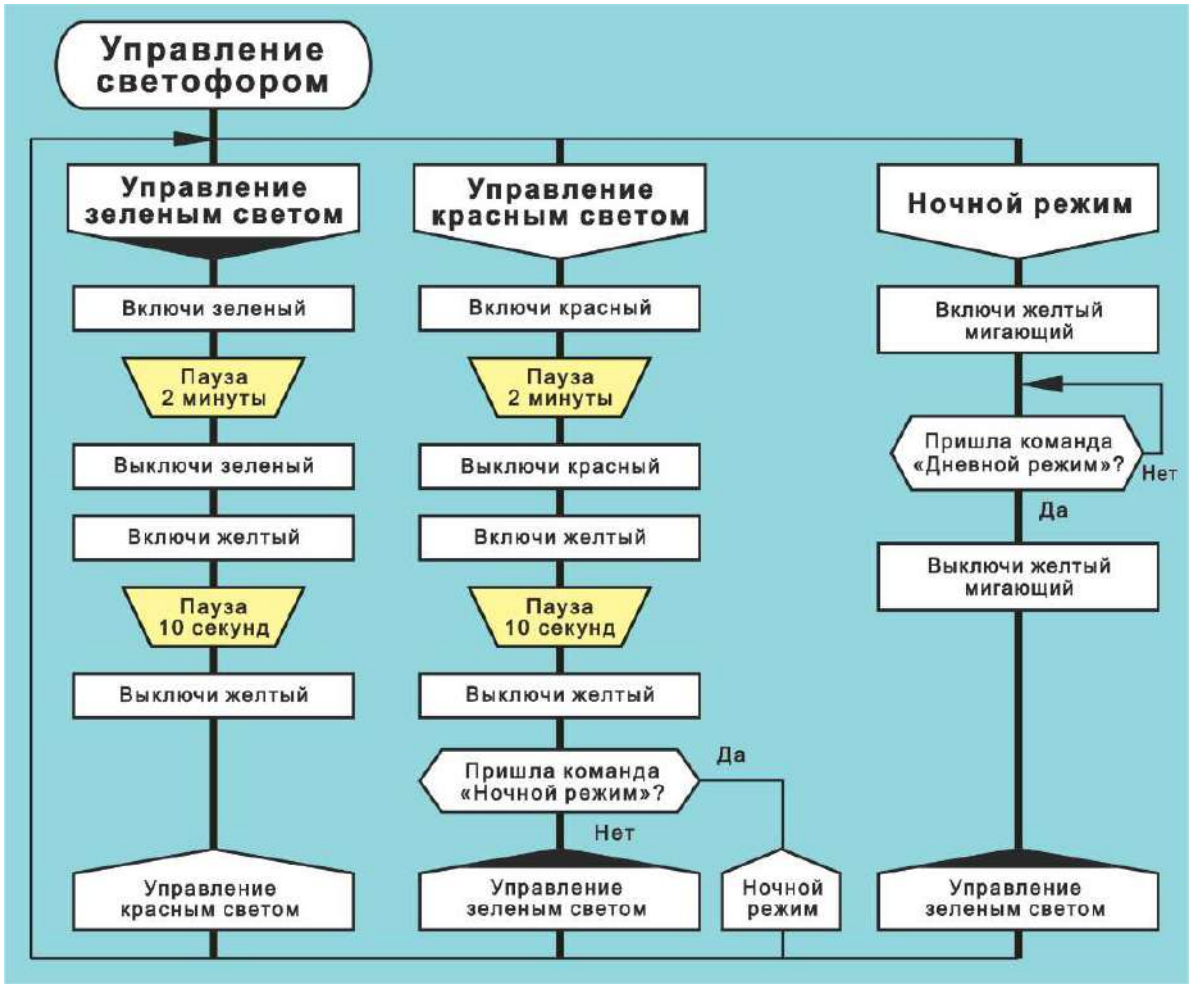


Рис. 62. Алгоритм «Управление светофором»

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ ОЖОГЕ ГЛАЗА

Ожог — это повреждение тканей, вызванное тепловым, химическим, электрическим или радиационным воздействием.

Химические ожоги органов зрения вызваны прямым действием химических веществ: кислот, щелочей и других химических агентов (клеи, красители и пр.). В общем случае ожоги глаз могут быть вызваны как твердыми веществами, так и жидкостями.

На рис. 63 изображена первая помощь при химическом ожоге глаз. Дракон-схема составлена на основании «Практического руководства для врачей общей (семейной) практики» [25].

Посмотрим на две первые ветки алгоритма:

- промывание глаз водой;
- промывание глаз нейтрализатором;

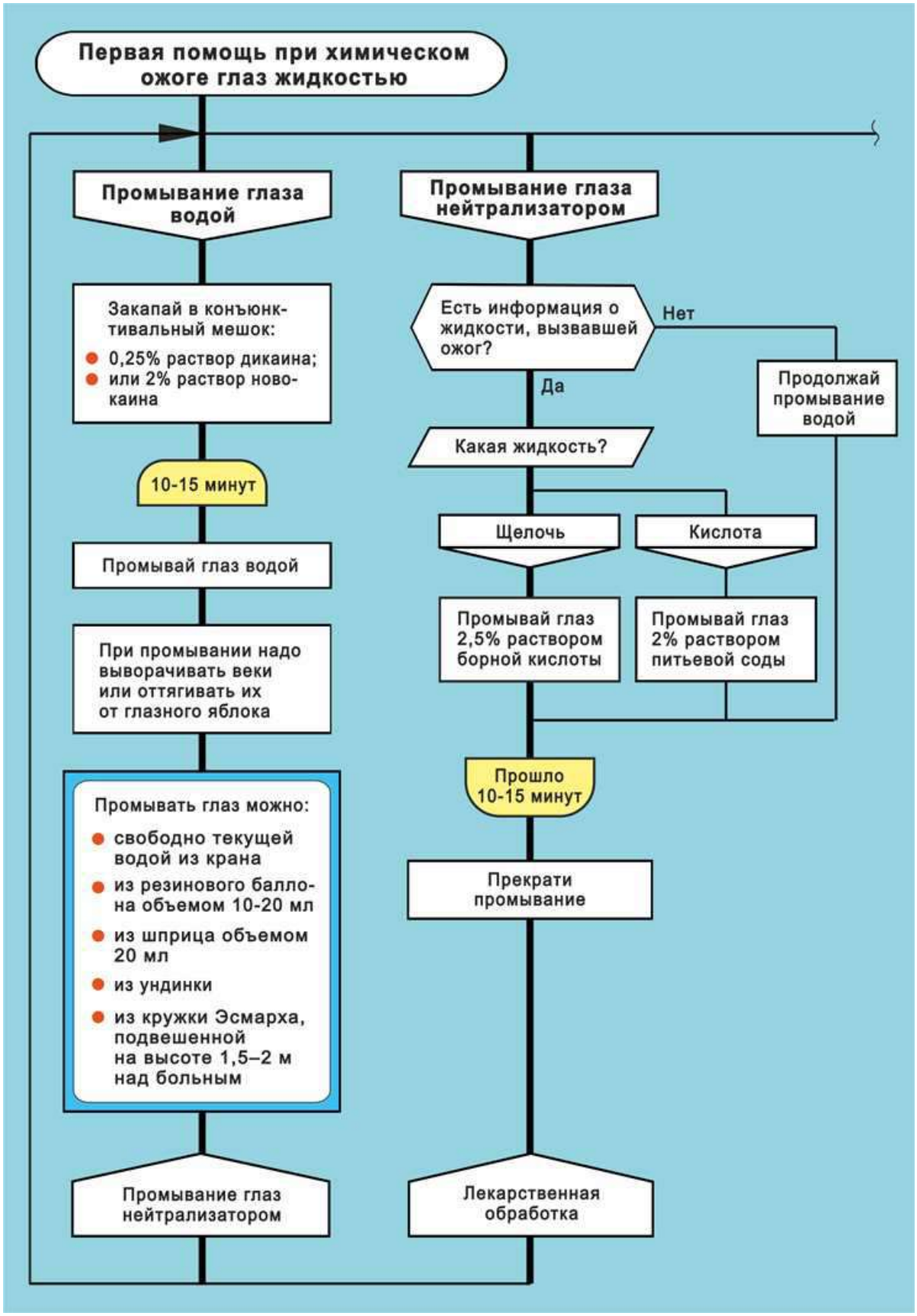


Рис. 63. Алгоритм «Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью» (фрагмент)

Сколько времени нужно промывать глаз? 10–15 минут. Как указать начало и конец этого временного промежутка? Для этого служат иконы:

- Начало контрольного срока.
- Конец контрольного срока.

В первой ветке в желтой иконе написано «10–15 минут» — это и есть Начало контрольного срока. Во второй ветке в желтой иконе есть надпись «Прошло 10–15 минут» — это Конец срока. После этого следует команда

- Прекрати промывание.

На рис. 64 представлены иконы для управления временем.

	Икона	Название иконы	Пояснение
1		Пауза	Пауза задерживает выполнение следующего действия. Время задержки пишут внутри иконы.
2		Начало контрольного срока	В иконе Начало пишут контрольное время критической процедуры. Например, «30 сек».
3		Конец контрольного срока	Указывают окончание контрольного времени. Например, «Прошло 30 сек».

Рис. 64. Три иконы, которые мы изучили в этой главе

ВЫВОДЫ

1. В главе рассмотрены три иконы, помогающие изобразить время:
   - Пауза.
   - Начало контрольного срока.
   - Конец контрольного срока.
2. Начало и Конец контрольного срока обычно размещаются в разных ветках силуэта.
3. Иконы, помогающие изобразить время, в дракон-алгоритмах отмечены желтой заливкой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 9

1. Зачем нужна шапка дракон-алгоритма?
2. Какие иконы входят в шапку? Приведите пример.
3. Назовите три вопроса шапки. Приведите примеры.
4. Зачем нужна икона Пауза?
5. Как указать начало и конец временного промежутка, если начало и конец находятся в разных ветках силуэта?
6. Назовите иконы для управления временем.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 9

1. На сколько вопросов отвечает шапка?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Сколько раз встречается икона Пауза на рис. 62?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

3. Сколько раз встречается икона «Конец контрольного срока» на рис. 63?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

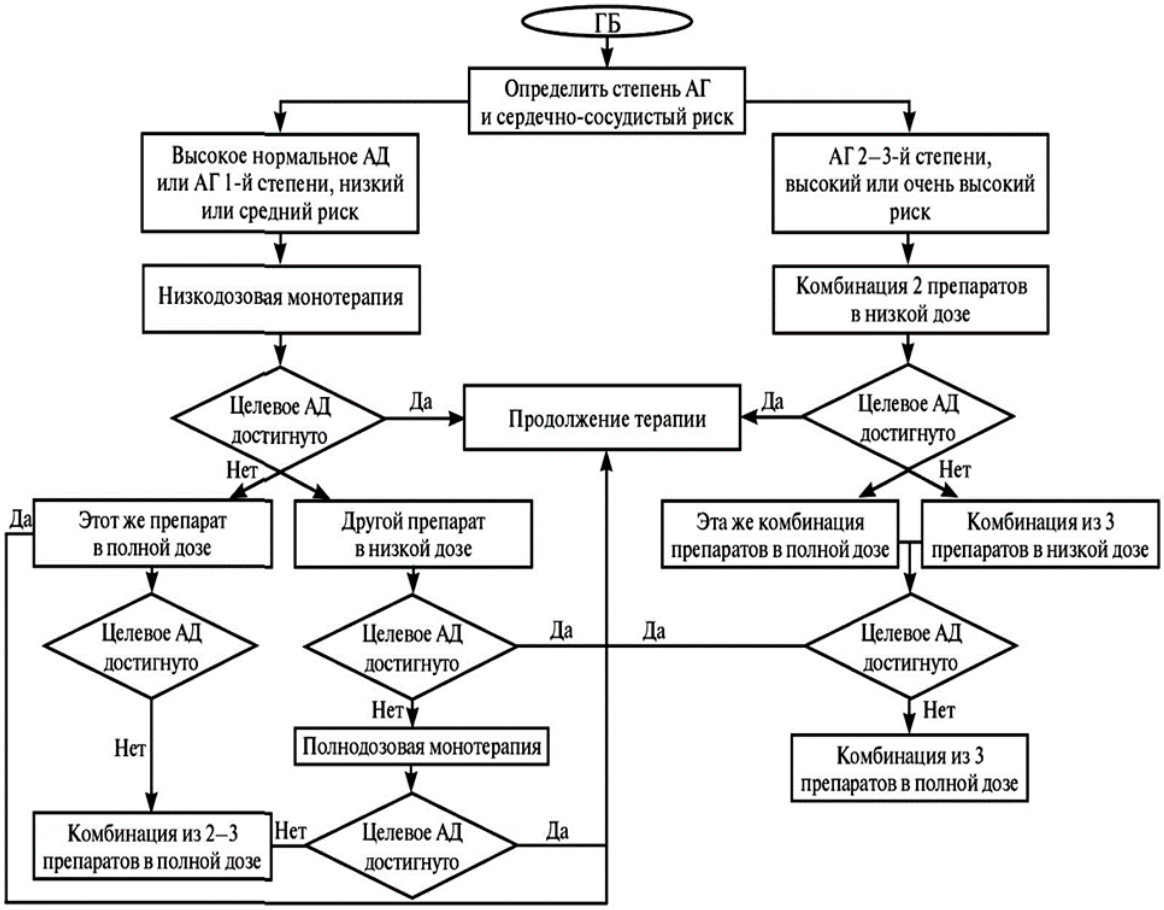
4. Что делает икона Пауза?

- Ничего не делает.
- Задерживает выполнение следующей иконы на время, записанное внутри иконы Пауза.
- Останавливает лечебно-диагностический процесс.
- Запускает лечебно-диагностический процесс.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 9

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 62. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 63. Добавьте еще одну ветку. Пустые иконы заполните новыми медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 5 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.
   Примечание. Замените сокращения на полные слова:
   - ГБ — гипертоническая болезнь.
   - АГ — артериальная гипертензия.
   - АД — артериальное давление.

Приложение 5 к практическому заданию.
ВЫБОР МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ



[192].

Глава 10
АЛГОРИТМ «РЕАНИМАЦИЯ БЕРЕМЕННОЙ ЖЕНЩИНЫ»

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В данной главе мы продолжим изучать иконы для управления временем. Такие иконы особенно важны в условиях реанимации, когда счет идет на секунды. Рассмотрим алгоритм «Реанимация беременной женщины», затрагивая не только иконы Время, но и другие интересные места.

До сих пор мы знакомились с простыми случаями, когда все ветки силуэта имеют только одну икону Адрес. 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 клинических алгоритмов, сделать их более точными и наглядными.

Далее мы рассмотрим пример, разъясняющий идею многоадресного силуэта. План изложения такой.

- Сначала выявим структуру алгоритма с помощью шапки.
- Потом взглянем на общую картину силуэта.
- После этого поочередно рассмотрим ветки слева направо, задерживаясь на всех интересных местах.

ШАПКА ДЛЯ АЛГОРИТМА РЕАНИМАЦИИ

Шапка – это двухэтажная фигура, которая задает смысловой костяк алгоритма (рис. 65). Шапка делает подсказки, настраивая читателя на нужный лад.

Прочитаем подсказки на рис. 65 для алгоритма реанимации на рис. 66.

1) Как называется задача? *(Читаем заголовок алгоритма).*
   - Реанимация беременной женщины.
2) Из скольких частей состоит задача? *(Считаем иконы «Имя ветки»).*
   - Из шести.
3) Как называется каждая часть? *(Читаем текст в иконах «Имя ветки»).*

- Пояснение к алгоритму.
- Оценка состояния беременной.
- Лечение остановки дыхания.
- Начальная реанимация 30:2.
- Применение дефибриллятора.
- Дальнейшая помощь.

Рис. 65. Шапка сложного алгоритм для рис. 66

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. 66, подготовленному читателю потребуется немного времени. (Речь, разумеется, идет о специалистах и студентах, а не о человеке с улицы).

МНОГОАДРЕСНЫЙ СИЛУЭТ «РЕАНИМАЦИЯ БЕРЕМЕННОЙ ЖЕНЩИНЫ»

Существует ряд причин, которые могут вызвать внезапную (клиническую, т. е. обратимую) смерть беременной женщины. Алгоритм реанимации показан на 66. 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. 66 видно, что вторая и третья ветки являются многоадресными, они имеют по три иконы Адрес. По этой причине силуэт на рис. 66 является многоадресным.

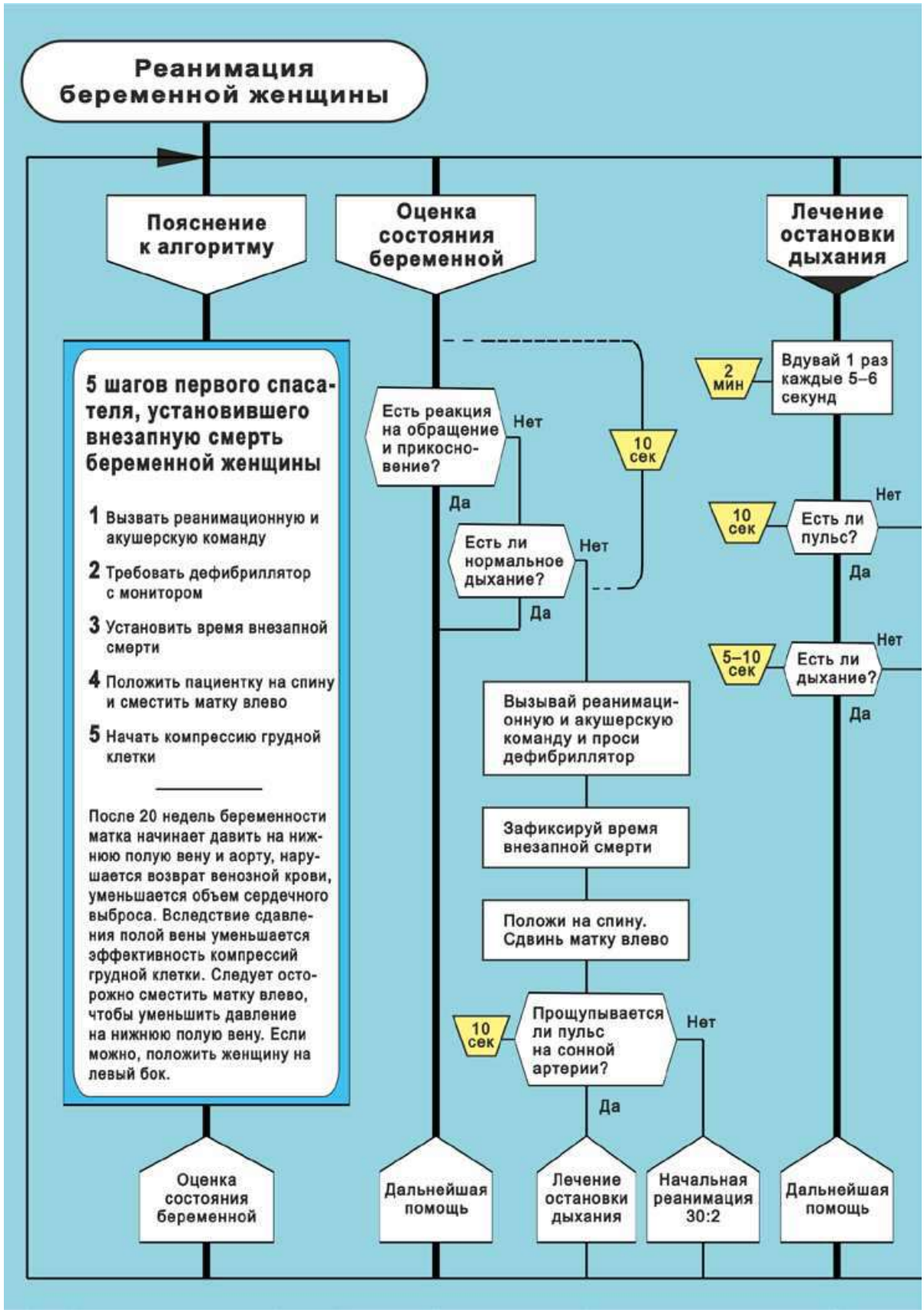


Рис. 66*а*. Алгоритм «Реанимация беременной женщины» [26]

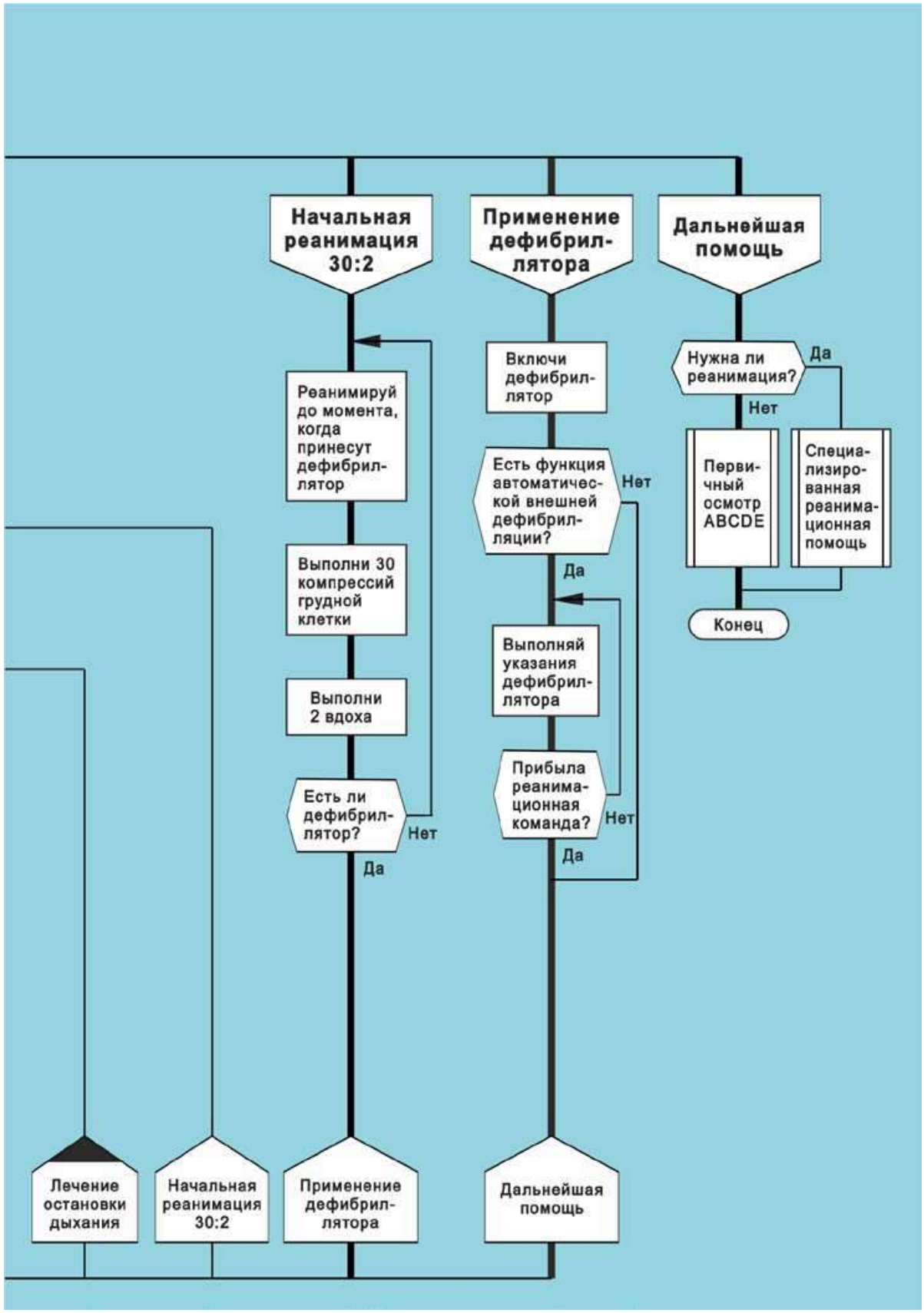


Рис. 66*б*. Алгоритм «Реанимация беременной женщины» *(окончание)*

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «ПОЯСНЕНИЕ К АЛГОРИТМУ»

На рис. 66 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. 67);
- 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. 66. В качестве важных мыслей использованы два избранных отрывка:

- 5 шагов первого спасателя, установившего внезапную смерть беременной женщины [27];
- информация о процессах, протекающих в организме женщины после 20-й недели беременности, которые могут привести к нарушению возврата венозной крови и уменьшению сердечного выброса [28].

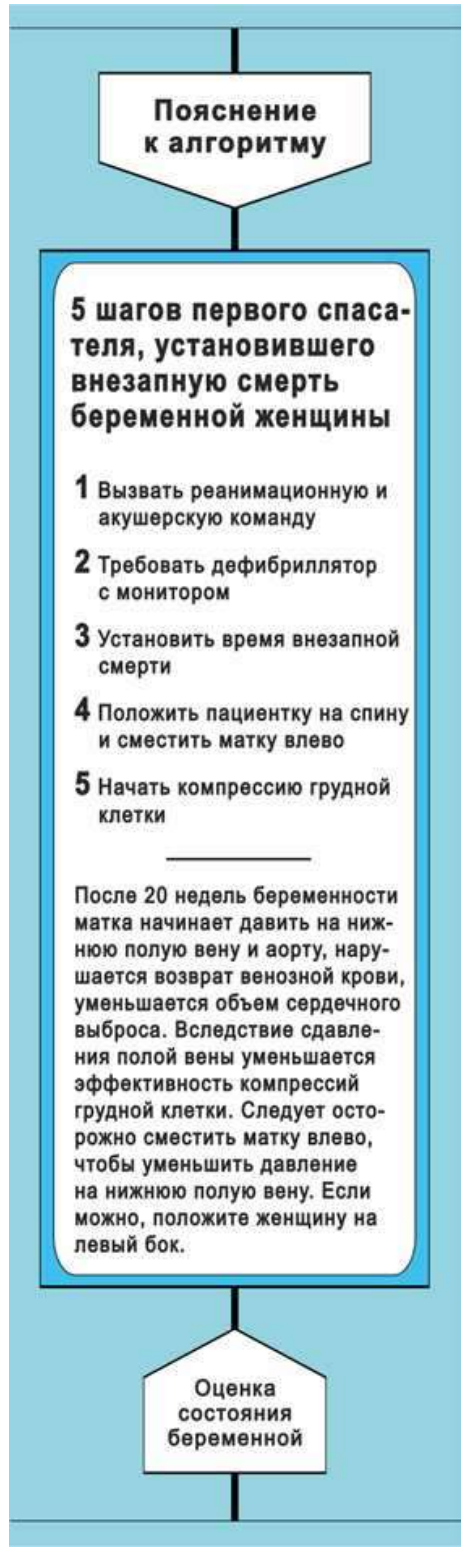


Рис. 67. Ветка-комментарий

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 ветка выделена из рис. 66 и представлена на рис. 68.

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 одноадресных алгоритмах силуэт каждая ветка, кроме последней, имела только одну икону Адрес. Поэтому ветки работали последовательно, друг за другом, соблюдая неизменный 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» и позволяла выбирать различные пути, т. е. указывала переходы на несколько разных веток.

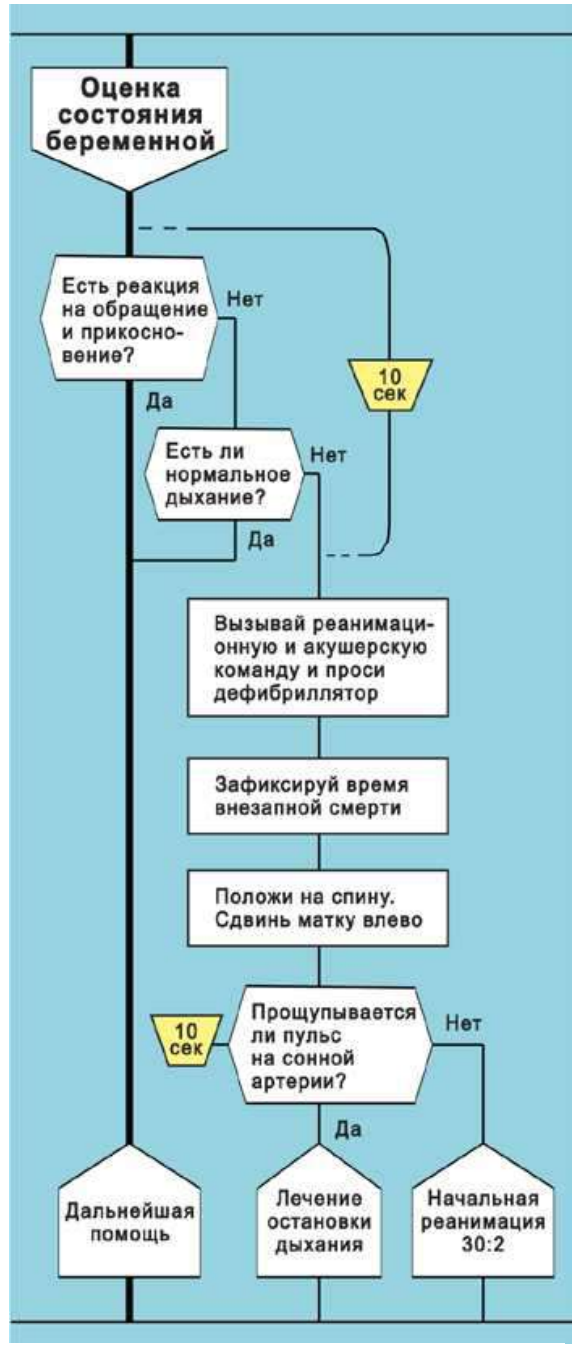


Рис. 68. Ветка «Оценка состояния беременной»

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 желтые иконы – перевернутые трапеции (рис. 68). Они обозначают Время и выполняют важную функцию – указывают врачу предельное время, отводимое на ту или иную операцию.

Например, верхняя икона «10 секунд» 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 «ДЕЙСТВИЕ» СЛЕДУЕТ УДАЛИТЬ

Рассмотрим икону Время «10 секунд», соединенную с иконой Вопрос «Прощупывается ли пульс на сонной артерии?» (рис. 68).

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 не терпит. Икона Время напоминает врачу: на обе операции (выполнение Действия и принятие Решения) ему отводится всего 10 секунд.

Вопрос. Некоторые люди считают, что любое действие (например, «Прощупай пульс на сонной артерии») следует писать в иконе Действие. Почему же такая икона отсутствует на рис. 68?

Рис. 69. Икона Действие здесь не нужна

Ответ. Потому что она попросту не нужна. Если послушать горе-советчиков и добавить ненужную икону (как показано на рис. 69), 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. 69 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 клиническом алгоритме является лишней. Ее следует удалить.

КАК ИСПРАВИТЬ ОШИБКУ

Алгоритм «Реанимация беременной женщины» мы заимствовали из источника [26]. При этом выявилась интересная подробность. В оригинале ветка «Оценка состояния беременной» изображена, как показано на рис. 70. 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.

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.

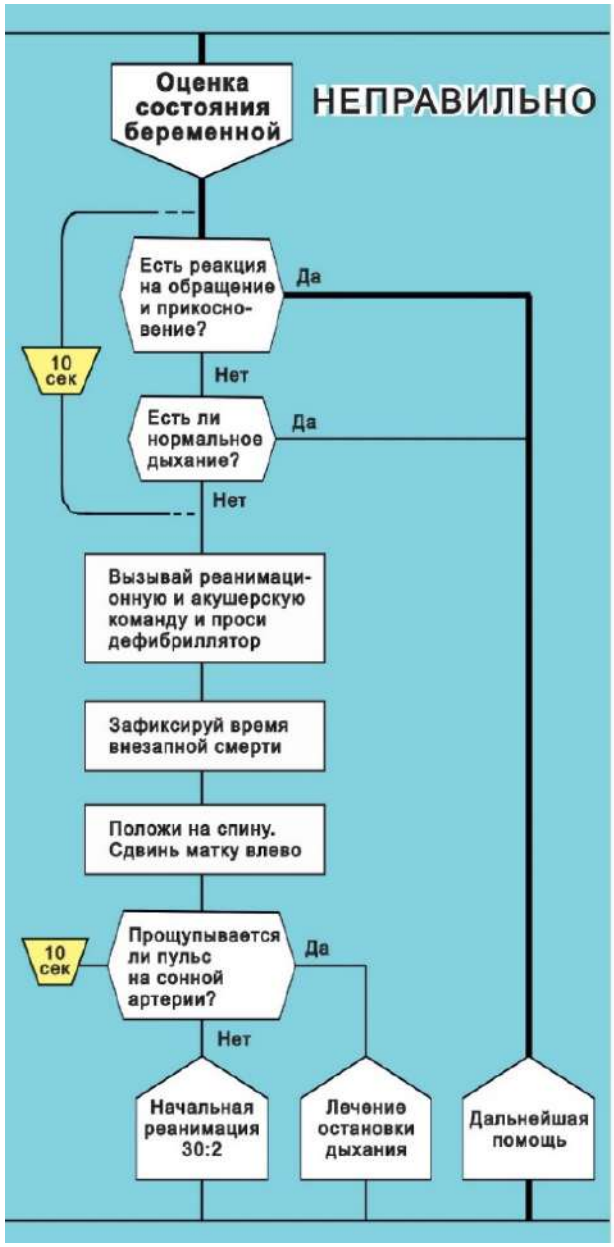


Рис. 70. Ветка с ошибкой. Нарушено правило «Чем правее, тем хуже»

Рис. 71. Ошибка исправлена с помощью рокировки

В результате трех рокировок мы заметно 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. 71. 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. 71.

В заключение добавим, что два алгоритма на рис. 70 и 71 являются равносильными. Они отличаются лишь графически.

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «ЛЕЧЕНИЕ ОСТАНОВКИ ДЫХАНИЯ»

Ветка выделена из рис. 66 и показана на рис. 72. Как и ветка на рис. 71, 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.

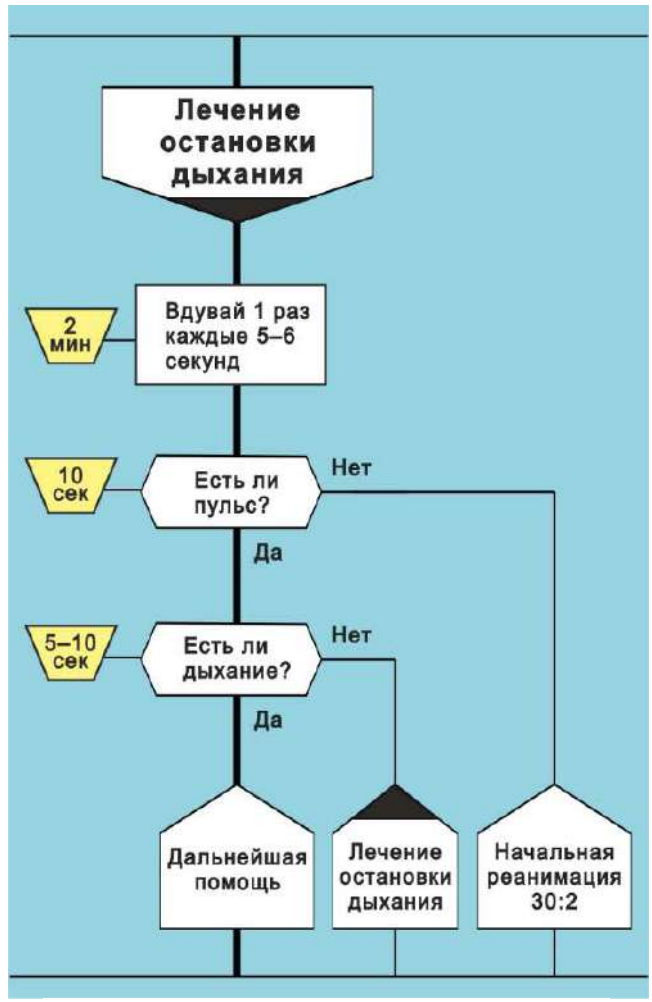


Рис. 72. Ветка «Лечение остановки дыхания»

ИКОНА «ВРЕМЯ» И ИКОНА-ХОЗЯИН

На рисунке 72 показаны три иконы Время. Каждая из них присоединяется к иконе-хозяину горизонтальным отростком. Икона Время сообщает важную информацию об иконе-хозяине — предельное значение времени, отводимое на данную операцию (см. также рис. 74).

ВЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ

Если икона Адрес указывает на свою собственную (или на более левую) ветку, образуется *повторение* действий, то есть веточный цикл.

Пример показан на рис. 72, 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 кружить по ветке «Лечение остановки дыхания». То есть выполнять веточный цикл. Он обозначается двумя черными треугольниками (рис. 72).

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.

Рис. 73. Ветка «Начальная реанимация 30:2»

ИЗУЧАЕМ ВЕТКУ «НАЧАЛЬНАЯ РЕАНИМАЦИЯ 30:2»

В эту ветку (рис. 73) 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. 73 регулярное повторение этих действий изображено в виде цикла Стрелка. Цикл заканчивается, когда принесут дефибриллятор.

Описание веток «Применение дефибриллятора» и «Дальнейшая помощь» мы опускаем, так как все используемые в них иконы нам уже известны.

	Икона	Название иконы	Пояснение
1		Время *слева*	Если в иконе Время написано «10 секунд», это значит, что операцию в иконе справа следует выполнить за 10 секунд или меньше
2		Время *справа*	Икона «Время присоединяется справа
3		Время группы *слева*	Длительность выполнения группы действий. Не одного действия, а именно группы. Группа состоит из двух и более действий
4		Время группы *справа*	Икона «Время группы» присоединяется справа

Рис. 74. Иконы, которые мы изучили в этой главе.
(см. также рис. 64)

ВЫВОДЫ

1. В главе рассмотрены три иконы, помогающие изобразить время:
   - Время.
   - Время группы слева.
   - Время группы справа.
2. Иконы Время указывают врачу предельное время, отводимое на ту или иную операцию.
3. Многоадресный силуэт – это силуэт, содержащий многоадресные ветки.
4. Многоадресный силуэт позволяет:
   - изменять последовательность выполнения веток,
   - выборочно запускать ветки, пропуская некоторые из них,
   - создавать веточные циклы.
5. Ветка-комментарий позволяет выделить из пояснительного текста наиболее важные сведения и вставить их непосредственно в чертеж алгоритма.
6. Если две иконы (Действие и Вопрос) соединены последовательно, причем текст в обеих иконах почти полностью совпадает, икона Действие в клиническом алгоритме является лишней и подлежит удалению.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 10

1. Какими возможностями обладает силуэт с многоадресными ветками? Перечислите.
2. Как называется двухэтажная фигура, которая задает смысловой костяк силуэта?
3. Силуэт называется многоадресным, если он содержит … *(закончите фразу).*
4. Что такое ветка-комментарий и зачем она нужна?
5. Как связаны 20-я неделя беременности и нарушение возврата венозной крови?
6. Три разных Адреса в одной ветке указывают на переход в три разные ветки. Зачем это нужно?
7. Как называется икона, которая указывают врачу предельное время, отводимое на ту или иную операцию?
8. В каком случае следует удалить лишнюю икону Действие?
9. Назовите правило лишней иконы.
10. В чем заключается эргономическая неточность (ошибка) в данной главе?
11. Что означает формула 30:2 ?
12. Назовите четыре иконы для управления временем.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 10

1. На сколько вопросов отвечает шапка?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

2. Силуэт называется многоадресным, если он содержит:

- Одноадресные ветки.
- Многоадресные ветки.
- Ветку с иконой Конец.
- Иконы Адрес.
- Иконы Вопрос.

3. Сколько икон, указывающих время, на рис. 66?

- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

4. Сколько рокировок нужно сделать, чтобы исправить ошибку в ветке «Оценка состояния беременной» на рис. 66?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 10

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 66. Пустые иконы заполните новыми медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте новый дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. Разработайте алгор итм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 6 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 6 к практическому заданию. УХОД ЗА СОСУДИСТЫМ КАТЕТЕРОМ (ЦЕНТРАЛЬНЫМ) – СМЕНА ПОВЯЗКИ

I Подготовка к процедуре:

1) Идентифицировать пациента, представиться, объяснить ход и цель процедуры. Убедиться в наличии у пациента добровольного информированного согласия на предстоящую процедуру. В случае отсутствия такового, уточнить дальнейшие действия у врача.

2) Надеть маску и медицинскую шапочку.

3) Подготовить и доставить в палату манипуляционный столик, с размещенным на нем необходимым оснащением и поместить его вблизи от места проведения манипуляции.

4) Предложить пациенту занять или помочь ему занять удобное положение: лежа на спине, без подушек, голову отвернуть в противоположную сторону.

5) Освободить от одежды место установки катетера.

6) Обработать руки гигиеническим способом.

7) Обработать руки антисептиком. Не сушить, дождаться полного высыхания антисептика.

8) Надеть стерильные перчатки.

II Выполнение процедуры:

1) Осмотреть место входа катетера в кожу сквозь неповрежденную повязку для выявления признаков воспаления – припухлость, болезненность.

Примечание. При наличии признаков воспаления организовать вызов врача.

2) Снять повязку, заворачивая ее параллельно коже (не тянуть вверх), медленно и, желательно, по росту волос, для профилактики возникновения повреждений кожи вокруг места входа катетера в кожу. Положить снятую повязку в непромокаемый пакет/контейнер.

3) Снять использованные перчатки и положить в непромокаемый пакет/контейнер.

Недопустимо обрабатывать перчатки антисептиком. Это нарушит их барьерные свойства.

4) Надеть стерильные перчатки.

5) Визуально убедиться, что катетер не смещен (по метке).

6) Обработать кожу вокруг катетера кожным антисептиком: стерильным марлевым шариком с помощью стерильного пинцета от центра к периферии.

7) Обработать все части (соединения), включая канюлю, и сам катетер антисептиком: стерильным марлевым шариком.

8) Положить на кожу вокруг катетера стерильную пеленку.

9) Дождаться полного высыхания антисептика.

10) Наложить стерильную повязку и зафиксировать ее бактерицидным пластырем/стерильным пластырем или самоклеющейся стерильной повязкой.

Примечание. При использовании стерильной специальной прозрачной повязки наложить ее так чтобы место входа катетера в кожу было в центре прозрачного окна (для обеспечения визуального контроля места входа катетера в кожу). Дополнительно закрепить линии катетера (при необходимости).

III Завершение процедуры:

1) Снять использованные перчатки, положить их в непромокаемый пакет/ контейнер.

2) Использованный материал утилизировать в отходы класса Б.

3) Обработать руки гигиеническим способом, осушить.

4) Уточнить у пациента его самочувствие.

5) Сделать соответствующую запись о результатах выполнения в медицинскую документацию [29].

Глава 11
СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ВРАЧЕЙ. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ

АЛГОРИТМ «СНЯТИЕ ШЛЕМА С МОТОЦИКЛИСТА»

Алгоритм на рис. 75 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 работника скорой помощи — 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.

Алгоритм разбит на две ветки:

- Обеспечение стабильности головы.
- Снятие шлема.

ПРАВИЛА НУМЕРАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ

При разработке параллельного клинического 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**.

Подробности показаны на рис. 75.

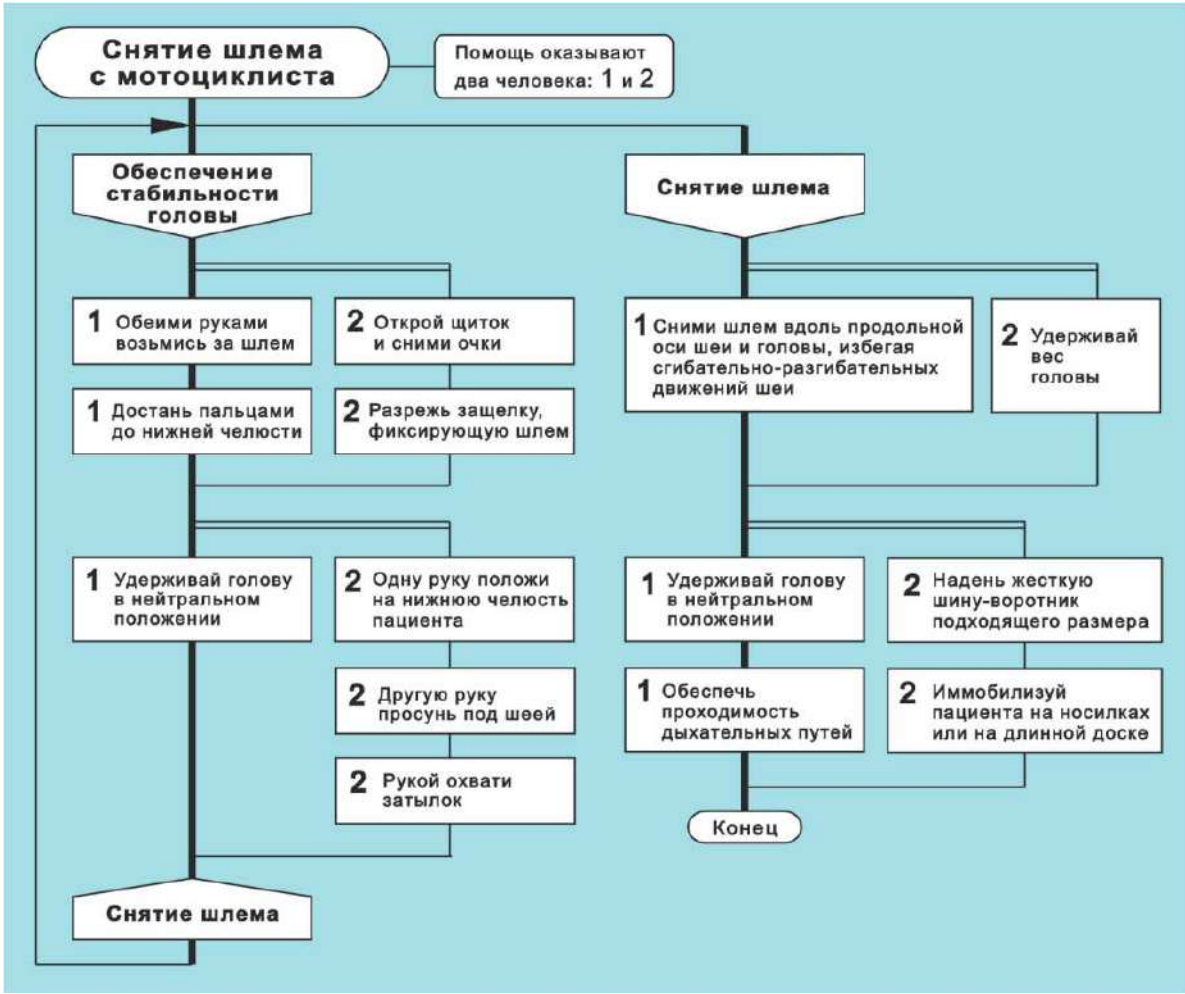


Рис. 75. Алгоритм «Снятие шлема с мотоциклиста»

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. 75 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.

ВЫВОДЫ

1. В медицинской литературе доминирует текст и некачественные рисунки, доставшиеся врачам в наследство от предыдущих эпох, что существенно тормозит фиксацию, понимание и передачу процедурных медицинских знаний.
2. Визуализация клинических алгоритмов представляет собой самостоятельное направление исследований в области медицины.
3. Медицинский язык ДРАКОН — новое средство для описания клинических алгоритмов. Оно позволяет выявить действия и решения врачей в полном объеме, сделать их явными, зримыми, доступными для всех врачей и студентов-медиков.
4. Язык ДРАКОН и ДРАКОН-конструктор облегчают труд формализации процедурных медицинских знаний и повышают его производительность.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 11

1. Какая графическая фигура используется, чтобы обозначить начало синхронной работы спасателей?
2. Какая фигура используется, чтобы обозначить конец синхронной работы спасателей?
3. Назовите правила нумерации специалистов.
4. В какой иконе пишут надпись: «Помощь оказывают два человека: 1 и 2»?
5. Какой номер нужно поставить в левой части всех без исключения икон алгоритма?
6. Что такое двухпоточный участок? Приведите примеры.
7. Опишите особенности двухпоточного участка.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 11

1. Что означают цифры 1 и 2 на рис. 75?

- Речь идет о двух пострадавших в аварии.
- Это номера носилок.
- Помощь оказывают два человека: 1 и 2.
- Это номера двухпоточного участка.

2. Сколько двухпоточных участков на рис. 75?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

3. Выберите правильный ответ. Двойная горизонтальная линия означает:

- Конец синхронной работы спасателей.
- Завершение работ скорой помощи.
- Начало синхронной работы спасателей.
- Начало нового этапа работ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 11

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по образцу на рис. 66. Пустые иконы заполните новыми медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте новый дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
3. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 7 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 7 к практическому заданию. НЕОТЛОЖНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ОЧЕВИДЦЕВ ВНЕЗАПНОЙ СМЕРТИ ЧЕЛОВЕКА

(Выполняется только в случаях если человек внезапно потерял сознание в вашем присутствии).

Основные признаки (симптомы) внезапной сердечной смерти:

- Внезапная потеря сознания, часто сопровождающаяся агональными движениями (стоящий или сидящий человек падает, нередко наблюдаются судорожное напряжение мышц, непроизвольное мочеиспускание и дефекация).
- Внезапное полное прекращение дыхания, часто после короткого периода (5–10 секунд) атонального псевдодыхания: больной издает хрипящие и/или булькающие звуки, иногда похожие на судорожную попытку что-то сказать.

Если человек внезапно потерял сознание,

- сразу же вызывайте бригаду скорой помощи.
- Встряхните пациента за плечо и громко спросите: "Что с Вами?". При отсутствии ответа проводится активное похлопывание по щекам больного, при отсутствии какой-либо реакции (признаков жизни) сразу же приступайте к массажу сердца:
  - — Больного укладывают на жесткую ровную поверхность (пол, земля, ровная твердая площадка), определяют местоположение рук на грудной клетке больного как указано на рисунке.

— Одна ладонь устанавливается в указанное на рисунке место, а ладонь второй руки располагается сверху на первой в точном соответствии с изображением рук на рисунке.
— Производится энергичное ритмичное сдавливание, грудной клетки пострадавшего на глубину 5 см с частотой 100 надавливаний на грудную клетку в минуту.

- При появлении признаков жизни (любые реакции, мимика, движения или звуки, издаваемые больным), массаж сердца необходимо прекратить. При исчезновении указанных признаков жизни массаж сердца необходимо возобновить. Остановки массажа сердца должны быть минимальными - не более 5–10 секунд. При возобновлении признаков жизни массаж сердца прекращается, больному обеспечивается тепло и покой. При отсутствии признаков жизни массаж сердца продолжается до прибытия бригады СМП.

Если человек, оказывающий первую помощь, имеет специальную подготовку и опыт по проведению сердечно-легочной реанимации, он может, параллельно с закрытым массажем сердца проводить и искусственную вентиляцию легких. При отсутствии специальной подготовки проводить больному искусственную вентиляцию легких и определение пульса на сонной артерии не следует, так как научные исследования показали, что такие процедуры в неопытных руках ведут к недопустимой потере времени и резко уменьшают частоту оживления в больных с внезапной остановкой сердца.

Помните, что:

- только вызванная в первые 10 мин. от начала сердечного приступа скорая медицинская помощь, позволяет в полном объеме использовать современные высоко эффективные методы стационарного лечения и во много раз снизить смертность от этих заболеваний;
- ацетилсалициловая кислота (аспирин) и нитроглицерин принятые в первые минуты могут предотвратить развитие инфаркта миокарда и значительно уменьшают риск смерти от него;
- состояние алкогольного опьянения не является разумным основанием для задержки вызова бригады скорой помощи при развитии сердечного приступа и острого нарушения мозгового кровообращения - около 30% лиц внезапно (в течении часа от появления симптомов) умерших на дому находились в состоянии алкогольного опьянения;
- закрытый массаж сердца, проведенный в первые 60–120 секунд после внезапной остановки сердца позволяет вернуть к жизни до 50% больных [30].

Глава 12
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 *иконы*. Всего имеется 21 икона. Назначение икон показано на рис. 76.

Иконы должны быть заполнены текстом. Если текст отсутствует (икона пустая), значит, это ошибка.

Чаще всего используются две иконы: *Действие* и *Вопрос*.

В иконе Действие пишут команду в повелительном наклонении, например:

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

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

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

Двенадцать часто используемых фигур показаны на рис. 10.

КОММЕНТАРИИ

Для комментариев используют три иконы:

- икона Комментарий (рис. 76, пункт 16);
- икона Пояснение (рис. 76, пункт 19);
- икона Выноска (рис. 76, пункт 21).

С иконой Комментарий мы хорошо знакомы — ее мы уже видели на рис. 22–28, 41–43, 46–59 и пр.

Икона Пояснение играет роль правого комментария. Она присоединяется справа от иконы, которая нуждается в дополнительной информации или примечании. Икона Выноска размещается на любом свободном месте дракон-схемы, указывая своим острием на икону-хозяина.

ИКОНЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Язык ДРАКОН позволяет описывать действия и решения врача, которые надо выполнить за ограниченное время. Для этого имеется ряд фигур, обозначающих время.

- Икона Пауза (рис. 76, п. 10).

Пауза задерживает выполнение следующей иконы (расположенной ниже Паузы). Если в иконе Пауза написано «2мин», значит, следующая икона начнет выполняться через 2 минуты.

- Икона Время *слева* (рис. 76, п. 11).
- Икона Время *справа* (рис. 76, п. 11а).

Если внутри иконы Время написано 10с, значит, действие, указанное в иконе-хозяине, следует выполнить за время 10 секунд (не больше). Таким образом, в иконе Время указывают лимит времени, отведенный на данную операцию. Это важно, например, для врачей, выполняющих реанимацию.

Иногда нужно указать длительность не одного действия, а группы действий. Причем группа может состоять из двух, трех и более действий, выполняемых последовательно, друг за другом. В таком случае используют иконы:

- Время группы (рис. 76, п. 12).
- Время группы *справа* (рис. 76, п. 13).

Бывает так, что необходимо задать лимит времени для последовательности действий, но начало и конец подобной процедуры находятся на дракон-схеме в разных ветках силуэта. В таком случае нужно иметь две иконы, обозначающих начало и конец процедуры. Для этого служат иконы:

- Начало контрольного срока (рис. 76, п. 14).
- Конец контрольного срока (рис. 76, п. 15).

МАКРОИКОНЫ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

ДРАКОН имеет не только мелкие фигурки (иконы), но и крупные; они называются *макроиконы.* Медицинский ДРАКОН имеет 9 макроикон (рис. 77).

Иконы и макроиконы — это строительные блоки, из которых сооружаются клинические дракон-алгоритмы.

ВАЛЕНТНЫЕ ТОЧКИ

Важной частью макроикон служат *валентные точки* (на рис. 77 они показаны как черные кружки). В эти точки последовательно вводятся иконы и макроиконы, которые в совокупности образуют графический узор. После заполнения икон текстом узор превращается в дракон-алгоритм.

Валентные точки служат для предотвращения ошибок в алгоритмах.

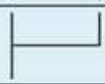
	Икона	Название иконы	Пояснение
1		Заголовок	В иконе «Заголовок» пишут название клинического алгоритма, например, «Измерение кровяного давления»
2		Конец	В этой иконе пишут слово «Конец»
3		Действие	Указывают действие, которое должен выполнить медицинский работник
4		Вопрос	Да-нетный вопрос, т. е. вопрос, 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 клинического 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 *слева*	Если в иконе Время написано «30 секунд», это значит, что действие в иконе справа следует выполнить за 30 секунд или меньше
11а		Время *справа*	Икона «Время» присоединяется справа
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 клинический алгоритм размещается на нескольких листах)
21		Выноска	Выноска содержит комментарий и может присоединяться к любой иконе с любой стороны

Рис. 76. Иконы медицинского языка ДРАКОН

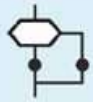
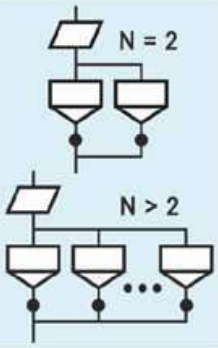
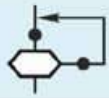
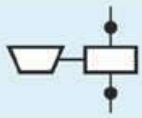
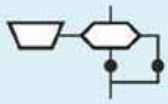
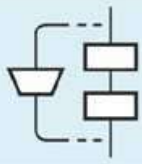
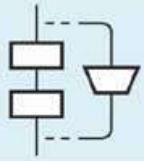
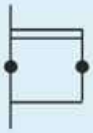
	Макроикона	Название макроиконы	Пояснение
1		Развилка	Черные точки — это валентные точки. В эти точки можно вставлять иконы, например, икону «Действие». Хотя бы одна валентная точка должна быть заполнена.
2		Переключатель (число вариантов 2 и больше)	Переключатель — это часть алгоритма, имеющая один вход вверху и один выход внизу. Внутри переключателя алгоритм разветвляется на несколько дорожек. Число дорожек равно двум и более. Переключатель строится с помощью иконы «Выбор» и нескольких икон «Вариант». Под каждой иконой «Вариант» имеется валентная точка.
3		Цикл Стрелка	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 5 показывает, что время действия жестко задано.
6		Решение с заданной длительностью	Справа нарисована «Развилка». Слева к ней прицеплена икона «Время». Макроикона 6 показывает, что врач должен принять решение за указанное время.
7		Длительность группы действий. *Время слева*	Справа нарисовано не одно действие, а группа, состоящая из двух (или более) действий. Слева к этой группе присоединена икона «Время группы». Макроикона 7 показывает, что время группы действий жестко задано.
8		Длительность группы действий. *Время справа*	То же самое, что в пункте 7. Отличие в том, что икона «Время группы» присоединена не слева, а справа.
9		Совместная работа врачей	Означает синхронную, скоординированную работы врачей, включая: — начало совместных действий, — выполнение совместных действий, — конец совместных действий.

Рис. 77. Макроиконы медицинского языка ДРАКОН

МАРКЕРЫ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

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

Желательно иметь признак, позволяющий моментально, *по внешнему виду* обнаружить веточный цикл. Примерно так же, как мы, не задумываясь, отличаем кошку от собаки.

Отличительным признаком служит маркер (черный треугольник) — см. рис. 53–57, 62, 72.

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 намного больше икон и макроикон. Так что, если медикам понадобятся дополнительные выразительные средства, можно заимствовать нужные иконы у старшего брата [16, 19] [31] [32] [33].

ВЫВОДЫ

1. Графические фигуры ДРАКОНа делятся на три части:
   - иконы,
   - макроиконы,
   - маркеры.
2. Иконы и макроиконы — это строительные блоки, из которых собирают дракон-алгоритмы.
3. Маркеры никак не влияют на правильность алгоритмов. Они облегчают чтение и зрительное восприятие сложных графических чертежей.
4. Валентные точки служат для предотвращения ошибок в алгоритмах.
5. Данная глава представляет собой справочник. При анализе рисунков у читателя могут возникнуть вопросы: как называется та или иная фигура. Глава позволит быстро разобраться и сэкономить время.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 12

1. В какой иконе пишут команду в повелительном наклонении?
2. Можно ли в этой иконе написать две команды в повелительном наклонении?
3. В какой иконе пишут да-нетный вопрос?
4. Можно ли в этой иконе написать два да-нетных вопроса?
5. Назовите три иконы, которые используют для комментариев.
6. Что такое икона-хозяин?
7. Назовите 5 икон реального времени.
8. Зачем нужны валентные точки в языке ДРАКОН?
9. Зачем нужны маркеры?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 12

1. Укажите номер иконы Вставка:

- 1.
- 3.
- 5.
- 9.

2. Что пишут в иконе Конец?

- Начало.
- Конец.
- Пауза.
- Адрес.

3. Укажите номер иконы Пауза:

- 15.
- 18.
- 10.
- 21.

4. Сколько икон реального времени в языке ДРАКОН?

- 1.
- 3.
- 5.
- 7.

5. Как влияют маркеры на правильность алгоритмов?

- Сильно влияют.
- Никак не влияют.
- Замедляют выполнение алгоритма.
- Ускоряют выполнение алгоритма.

6. Что делает икона Время?

- Приглашает выбрать один из вариантов.
- Осуществляет пуск параллельного процесса.
- Задерживает выполнение следующего действия.
- Указывают лимит времени, отведенный на данную операцию.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 12

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм или его фрагмент.

Часть IV
КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ: ОТ ГИППОКРАТА ДО НАШИХ ДНЕЙ

Глава 13
АЛГОРИТМЫ ГИППОКРАТА

СУЩЕСТВОВАЛИ ЛИ ВО ВРЕМЕНА ГИППОКРАТА КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ?

Знаменитый греческий врач Гиппократ, которого считают «отцом медицины», жил две с половиной тысячи лет назад. Он родился на острове Кос в Эгейском море в 460 году до нашей эры. Его имя связано с собранием медицинских трактатов, известным как Гиппократов кодекс [34].

Связка старинных рукописей, подобно Библии, создана не одним человеком, а рядом древних авторов. Именем Гиппократа названа наиболее известная коллекция древнегреческих медицинских текстов – «Гиппократов сборник» (72 сочинения). Она собрана в Александрийском музее не позднее III-го века до нашей эры и включает тексты различных школ [35].

Достанем эту книгу и откроем раздел «О женских болезнях»:

ПОДЛИННЫЙ ТЕКСТ 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; затем дают промежуток, после чего прописывают слабительное, действующее на кровь; пусть больная пьет также кретмон в вине, настоянном на ветках сосны» [34, p. 624].

Рис. 78. Алгоритм Гиппократа (фрагмент)

ЧРЕЗМЕРНАЯ ДЛИНА ПРЕДЛОЖЕНИЙ У ГИППОКРАТА

Предложение на рис. 78 имеет сложную структуру и является неудобочитаемым, в нем 50 слов. Это слишком много и очень плохо. Согласно современным представлениям, «слишком длинные предложения – враг внятности» [36].

Язык ДРАКОН позволяет устранить дефект с помощью метода «Разделяй и властвуй». В самом деле, нечитабельный текст на рис. 78 можно разрезать на 6 мелких порций, каждая из которых размещается в отдельной иконе, как показано на рис. 79.

Что же мы получили? Вместо сложного и длинного предложения из 50 слов предлагается изящный набор, состоящий из коротких фраз длиной от

4 до 9 слов (рис. 79). Таким образом, благодаря ДРАКОНу длина предложений уменьшилась более чем в пять раз.

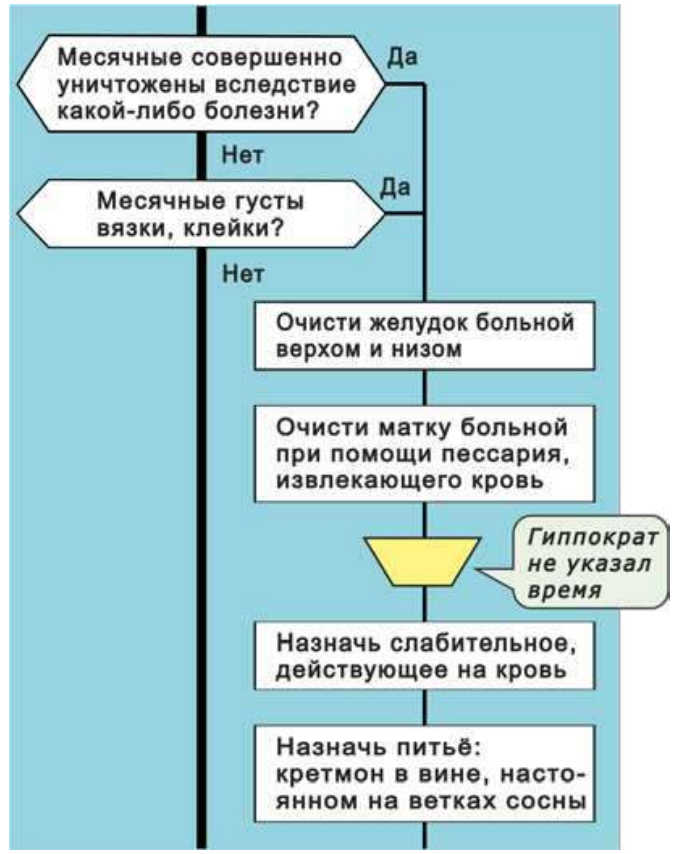


Рис. 79. Алгоритм Гиппократа на языке ДРАКОН

ГЛУБИННЫЙ ИСТОЧНИК ВРАЧЕБНЫХ ОШИБОК

По мнению лингвистов:

«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» [37].

В медицинской литературе во многих случаях присутствуют указанные погрешности, такие как «сложные, громоздкие предложения с большим числом внутренних связей». Это значит, что студенты-медики и врачи вынуждены, «*непроизводительно тратить время*» на «*анализ и уяснение смысла*».

Поскольку время у врачей и студентов 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 текст на рис. 78 имеет множество грамматико-стилистических недочетов.

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.

ЛИНЕЙНЫЙ ТЕКСТ ГИППОКРАТА ПРЕВРАТИЛСЯ В ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ТЕКСТ

Внутренние связи предложения на рис. 78, о которых обоснованно беспокоятся лингвисты, на рис. 79 превратились во *внешние* связи между иконами. Тем самым невидимые связи, ранее недоступные для зрительного восприятия, обрели плоть и кровь – стали видимыми. Они преобразились в соединительные линии между графическими фигурами дракон-алгоритма.

Сплошной линейный текст (на рис. 78) превратился на рис. 79 в текст *пространственный.* Это значит, что грамматические предложения графически разместились в разных местах пространства, причем точки размещения выбраны на основании правил языка ДРАКОН, что облегчает восприятие.

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

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

Но гораздо важнее другое. Глядя на текст, человек как бы слепнет, потому что увидеть структуру глазами принципиально невозможно. Однако на рисунке 79 она (структура) сразу видна во всей своей красе.

ОШИБКА ГИППОКРАТА

Попутно мы выявили еще одну оплошность. Фраза Гиппократа «затем дают промежуток, после чего» обозначает отрезок времени, временно́й интервал между двумя действиями. Чему же равен этот промежуток?

Об этом Гиппократ умалчивает, по-видимому, рассчитывая на знания или догадливость читателей. Здесь возникает проблема, так как в алгоритмах подобные умолчания недопустимы. Оплошность древнего грека породила неопределенность алгоритма. Рисунок 79 делает ошибку явной; он дисциплинирует мысль и настоятельно напоминает: трапецию нельзя оставлять пустой — в ней следует записать точное значение временного промежутка.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕКСТА ГИППОКРАТА В ДРАКОН-АЛГОРИТМ

Преобразование выполним за семь шагов.

Шаг 1. Разобьем длинное предложение Гиппократа по смыслу на несколько коротких.

Шаг 2. Найдем в тексте Гиппократа условные обороты со словом «если». Таких оборотов два:

- если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни.
- если они густы, вязки, клейки.

Шаг 3. Превратим условные обороты в вопросительные предложения:

- Месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни?
- Месячные густы, вязки, клейки?

Шаг 4. Остальной текст превратим в побудительные предложения (приказы):

- Очисти желудок больной верхом и низом.
- Очисти матку больной при помощи пессария. извлекающего кровь.
- Назначь слабительное, действующее на кровь.
- Назначь питьё: кретмон в вине, настоянном на ветках сосны.

Шаг 5. Два вопросительных предложения поместим в две иконы Вопрос.

Шаг 6. Четыре приказа поместим в четыре иконы Действие.

Шаг 7. Соединим иконы между собой по правилам языка ДРАКОН (рис. 79).

Подведем итоги. Правила языка ДРАКОН позволили легко выполнить рекомендации филологов и улучшить потребительские свойства алгоритма Гиппократа, как показано на рис. 79.

МАРШРУТЫ В АЛГОРИТМЕ ГИППОКРАТА

Попробуйте ответить на вопросы:

- Сколько маршрутов на рисунке 79?
- Как идет каждый маршрут?

Подсказка дана на рис. 80. Мы видим три маршрута (три цветных стрелки). Каждый маршрут показывает движение сверху вниз – от начальной точки к конечной.

От чего зависят маршруты? От ответов «Да» и «Нет», проставленных у иконы Вопрос (рис. 79).

Если на оба вопроса дан ответ «Нет», ситуацию описывает левый маршрут (лиловая стрелка).

Если на верхний вопрос получен ответ «Нет», а на нижний «Да», возникает средний маршрут (зеленая стрелка).

Наконец, если на верхний вопрос выбран ответ «Да», получим правый маршрут (коричневая стрелка).

Рис. 80. Три маршрута в алгоритме Гиппократа

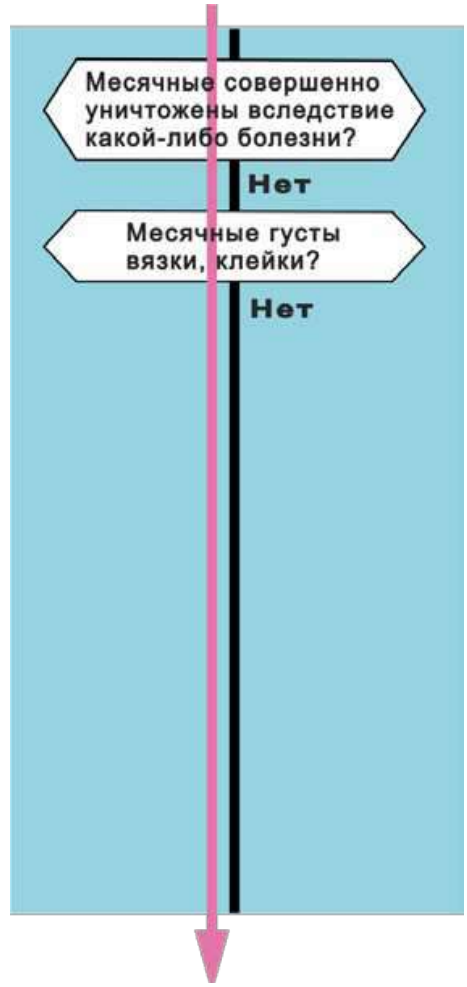


Рис. 81. Маршрут **Нет–Нет**

АНАЛИЗ КАЖДОГО МАРШРУТА

Будем рассматривать маршруты по очереди. Чтобы не запутаться, изобразим каждый маршрут на отдельном рисунке.

Для этого выберем на рис. 80 левый (лиловый) маршрут и перенесем его на рис. 81. Точно так же средний (зеленый) маршрут поместим на рис. 82, а правый (коричневый) – на рис. 83.

Заодно мы почистили чертеж и удалили все лишнее. На рис. 81 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» говорит, что у пациентки месячные сохраняются.
- Нижнее «Нет» указывает, что месячные нормальны; они вовсе не являются густыми, вязкими, клейкими.

Это хороший, благоприятный для пациентки маршрут.

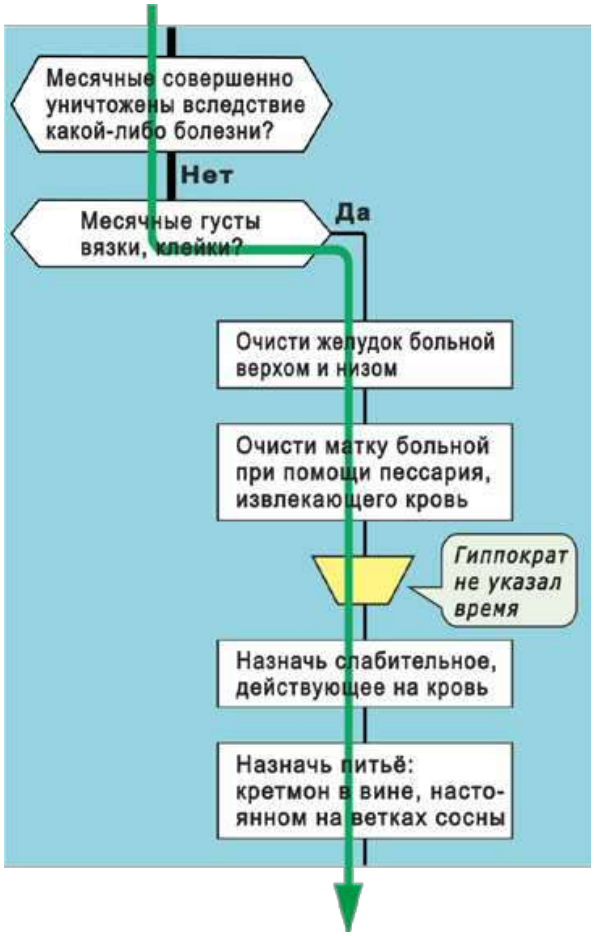


Рис. 82. Маршрут **Нет–Да**

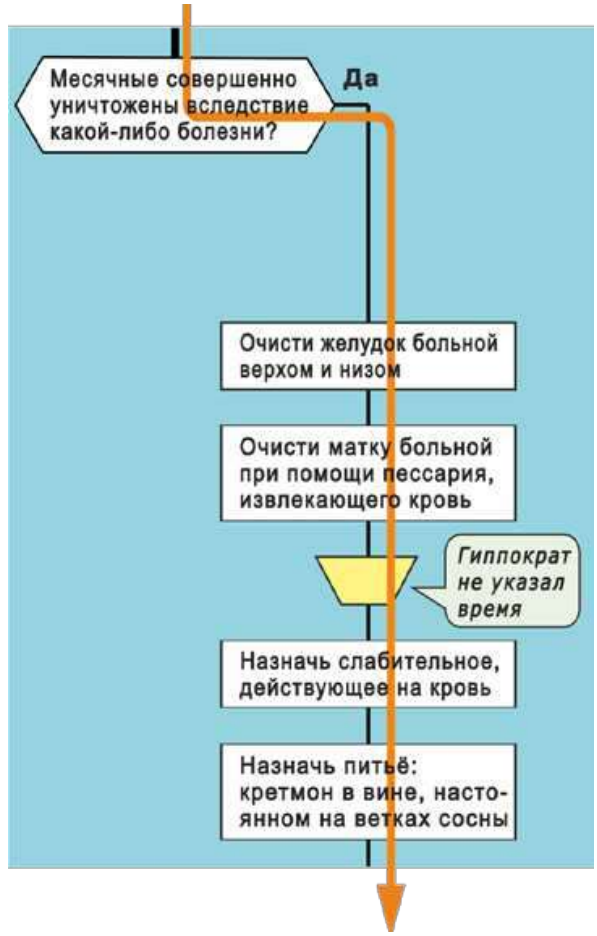


Рис. 83. Маршрут **Да**

Остальные два маршрута, представленные на рис. 82 и 83, неблагоприятны. Маршрут «Нет–Да» (рис. 82) говорит: месячные, хотя и сохраняются, но явно ненормальны: они густы, вязки, клейки. Наконец, маршрут «Да» (рис. 83) свидетельствует: месячные «совершенно уничтожены» из-за болезни.

Проведенный анализ хорош тем, что направлен на предотвращение врачебных ошибок. Врач должен знать маршруты алгоритма и понимать, чем они отличаются друг от друга.

СЛОЖНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ У ГИППОКРАТА

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

Рассмотрим сложное логическое условие в тексте Гиппократа:

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

Данная фраза состоит из двух простых условий:

- Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни.
- 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.

ПРИНЦИП «РАЗРЕЖЬ ВЕЛИКАНА»

Можно ли избавиться от сложного логического 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 Гиппократа на две простых части. Двинемся дальше, превратим текст в графику и взглянем на рис. 79. Мы не обнаружим сложного условия. Оно бесследно исчезло. Куда же оно делось?

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

В наглядной форме ситуация показана на рис. 84. Вместо сложного условия мы видим два простых. В верхней части рис. 84 маршруты разветвляются, затем сливаются. И порождают одни и те же действия:

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

Мы убедились, что принцип «Разрежь великана» позволяет решить поставленную задачу: расчленить сложное логическое условие в тексте Гиппократа и тем самым удалить 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 логические условия.

СЛОЖНОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УСЛОВИЕ В ИКОНЕ «ВОПРОС»

На рис. 85 нарочно показан плохой пример. Ошибка в том, что в иконе Вопрос записано сложное условие, как на рис. 78. Две части вопроса связаны союзом «или».

Что же в этом плохого? Сравним рисунки 84 и 85, которые имеют одинаковый смысл.

На рис. 84 сложное условие удалено и заменено на два простых вопроса. На рис. 85, напротив, сложное условие оставлено, оно «втиснуто» в одну икону Вопрос.

В качестве критерия сравнения выберем длину вопроса, то есть число слов в вопросительном предложении. На рис. 84 два кратких вопроса длиной 6 и 4 слова соответственно. На рис. 85 один длинный вопрос из 11 слов.

Рис. 84. Сложное условие удалено, оно разбито на две части и превратилось в две иконы Вопрос

Рис. 85. Ошибка! В иконе Вопрос записано сложное условие (не рекомендуется)

Правило 1

В иконе Вопрос желательно иметь минимальное число слов

В соответствии с Правилом 1 длинный вопрос (11 слов) на рис. 85 является нежелательным; следует предпочесть два коротких вопроса, показанные на рис. 84.

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.

Рисунки 84 и 85 описывают один и тот же алгоритм. Два маршрута (зеленый и коричневый) на рис. 84 эквивалентны одному (желтому) маршруту на рис. 85.

Рисунок 84 является предпочтительным, потому что содержит простые вопросы, лишенные логических операций. И, наоборот, рисунок 85 следует считать неправильным из-за потенциально опасного сложного логического условия в иконе Вопрос.

НЕРЕШЕННАЯ ПРОБЛЕМА НА СТЫКЕ МЕДИЦИНЫ И ЛИНГВИСТИКИ

Налицо парадокс. С одной стороны, лингвисты и специалисты по редактированию текстов настоятельно рекомендуют избегать чрезмерно длинных предложений, создающих неоправданные трудности для читателей. Вспомним уже знакомый нам совет из учебника по редакторской подготовке изданий:

> «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» [37].

Подобная рекомендация не нова, она повторяется во многих работах:

> «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. Огрехи большей части подаваемых для публикации статей – слишком длинные предложения. Их лучше разбивать на отдельные фразы» [38].

> «… не следует делать слишком длинные предложения, нагромождая их придаточными предложениями и деепричастными оборотами» [39].

> «Понятность текстов можно улучшить различными способами. Первая рекомендация заключается в использовании коротких предложений. Так как в общем предложения тем понятнее, чем они короче» [40].

> «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» [41].

С другой стороны, авторы медицинских публикаций (учебников, руководств, клинических рекомендаций, протоколов диагностики и лечения, научных статей и пр.) систематически нарушают разумные требования лингвистов. 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.

РЕШЕНИЕ НАЙДЕНО С ПОМОЩЬЮ ЯЗЫКА ДРАКОН

Причина в том, что писать краткими и понятными предложениями чрезвычайно трудно и требует больших затрат времени. Далеко не все авторы располагают таким временем и могут овладеть этим специфическим искусством.

Тем не менее, для случая процедурных (алгоритмических) знаний решение есть. Проблема грамматико-стилистических средств изложения медицинских знаний успешно решена с помощью языка ДРАКОН. Найденное решение показано в данной главе на примере алгоритма Гиппократа.

Для случая алгоритмических 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. 79.

ВЫВОДЫ

1. Хотя Гиппократ не знает и не употребляет слово «алгоритм», он дает подробное описание алгоритмов, например, в разделе «О женских болезнях».
2. Гиппократ описывает алгоритмы в виде текста; графическая форма представления алгоритма ему не известна.
3. Анализ алгоритмов Гиппократа позволил выявить междисциплинарную проблему, касающуюся грамматико-стилистические средств изложения медицинских знаний.
4. Проблема грамматико-стилистические средств не решена до сих пор, что препятствует быстрому и полному восприятию и усвоению медицинских знаний.
5. Для случая алгоритмических медицинских знаний проблема грамматико-стилистических средств успешно решена с помощью медицинского языка ДРАКОН.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 13

1. В чем заключается глубинный источник врачебных ошибок?
2. Каким образом линейный текст Гиппократа превратился в пространственный текст?
3. Поясните фразу «Невидимые связи, ранее недоступные для зрительного восприятия, стали видимыми».
4. Поясните фразу «Язык ДРАКОН приносит пользу как средство для практического разукрупнения чрезмерно длинных процедурных предложений». Приведите примеры.
5. Какую алгоритмическую ошибку допустил Гиппократ?
6. Укажите благоприятный для пациентки маршрут в алгоритме Гиппократа.
7. Укажите наименее благоприятный для пациентки маршрут в алгоритме Гиппократа.
8. Как избавиться от сложного логического условия?
9. Как удалить сложное логическое условие в иконе Вопрос?
10. Какое условие нельзя писать в иконе Вопрос?
11. На рис. 78 есть фраза «Если же месячные совершенно уничтожены вследствие какой-нибудь болезни или если они густы, вязки, клейки». Запишите эту фразу в двух иконах Вопрос (не подглядывая в текст главы).

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 13

1. Сколько условий записано на рис. 78?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

2. Сколько условий записано на рис. 84?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

3. Сколько икон Действие на рис. 83?

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 13

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе фрагмента на рис. 79. Добавьте к фрагменту недостающие иконы (Заголовок, Конец и др.) и превратите его в алгоритмическую конструкцию примитив. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
3. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 8 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 8 к практическому заданию. ДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКА АПТЕЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ, ВЫЯВИВШЕГО ФАЛЬСИФИЦИРОВАННОЕ ЛЕКАРСТВЕННОЕ СРЕДСТВО

В целях единообразия действий по борьбе с распространением фальсифицированных лекарств, на обсуждение сотрудников аптечных учреждений предлагается проект Инструкции "О действиях сотрудников аптечных учреждений при обнаружении фальсифицированных лекарственных средств".

1. Руководители и владельцы аптечных учреждений обязаны организовать работу по своевременному получению, хранению и дальнейшему использованию информации Росздравнадзора о фальсифицированных и недоброкачественных лекарственных препаратах, с целью своевременного обнаружения таких лекарств среди хранящихся – закупленных ранее, а также во избежание закупки таких лекарственных средств (ЛС). При этом следует руководствоваться характеристиками фальсифицированных лекарственных средств, изложенными в информации (письмах) Росздравнадзора: фальсифицированной может быть вся серия, либо фальсификат может отличаться от оригинального препарата отличительными признаками, большинство из которых возможно установить визуально при осмотре лекарства и его упаковки.

2. Сотрудник аптечного учреждения, ответственный за качество ЛС, обязан сравнить лекарственное средство и его упаковку с указанными в письме Росздравнадзора отличительными признаками фальсификации и при их обнаружении обязан приостановить дальнейший оборот этого фальсифицированного лекарства, изъяв его из оборота.

2.1. Если не один из отличительных признаков, указанных в письме Росздравнадзора, не обнаружен на ЛС, имеющемся в аптечном

учреждении, то это ЛС не является фальсифицированным, поэтому подлежит дальнейшему обороту.

2.3. Если аптечное учреждение, получив информацию Росздравнадзора о фальсифицированных лекарствах, установит, что такие ЛС ранее в течение года были закуплены, но уже проданы, то информацию в форме сообщения о таких лекарствах и поставщике необходимо направить в территориальное управление Росздравнадзора и органы внутренних дел (далее – ОВД).

3. Факт изъятия из оборота фальсифицированных лекарственных средств, указанных в п. 2, оформляется путем составления акта об обнаружении фальсифицированных лекарств (либо вызвавших сомнение в подлинности). После чего это лекарство с копией акта помещается в карантинную зону, изолированно от всех лекарств и других товаров.

4. Руководитель либо владелец аптечного учреждения в письменной форме сообщает в территориальное подразделение органа внутренних дел об обнаружении фальсифицированных лекарственных средств и передает заявление с соответствующими материалами и образцами фальсифицированных лекарственных средств сотруднику ОВД.

5. Сотрудники ОВД, приступив к проверке заявления, обязаны изъять фальсифицированное лекарство из аптечного учреждения и хранить в порядке, установленном для хранения вещественных доказательств, либо оставить в аптечном учреждении на ответственное хранение.

6. О направлении материала в ОВД по факту выявления фальсифицированных лекарственных средств руководитель либо владелец аптечного учреждения сообщает в территориальное управление Росздравнадзора, направляя туда копию акта о выявленном фальсифицированном лекарстве [42].

Глава 14
ПРОСТЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

ПОВТОРЕНИЕ МАТЕРИАЛА НА МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕРАХ

Ранее мы ввели некоторые важные понятия, опираясь на бытовые примеры. Пришло время уточнить понятия, опираясь на медицинские примеры.

АЛГОРИТМ «РЕАНИМАЦИОННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПРИ НАЛИЧИИ У НОВОРОЖДЕННОГО КИСТОЗНОЙ ГИГРОМЫ»

Проанализируем алгоритм на рис. 86. В верхней части в иконе Заголовок написано название алгоритма: «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы». Такое же название повторяется в подрисуночной подписи. Желательно, чтобы название алгоритма в Заголовке и подрисуночной подписи было одинаковым.

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

Самый благоприятный для пациента (новорожденного) маршрут идет по шампуру в случае, когда у него **нет** кистозного образования на шее (кистозной гигромы). Эту ситуацию описывает икона Комментарий (украшена синей каемкой). Она содержит медицинское пояснение:

- Нет клинических признаков кистозной гигромы.

Далее рассмотрим неблагоприятный маршрут:

- Есть кистозное образование в области шеи? Да.
- Есть выраженная дыхательная недостаточность? Да.

В этом случае запускается алгоритм «Использование пульсоксиметра». После этого поочередно выполняются три действия:

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

На этом алгоритм заканчивается.

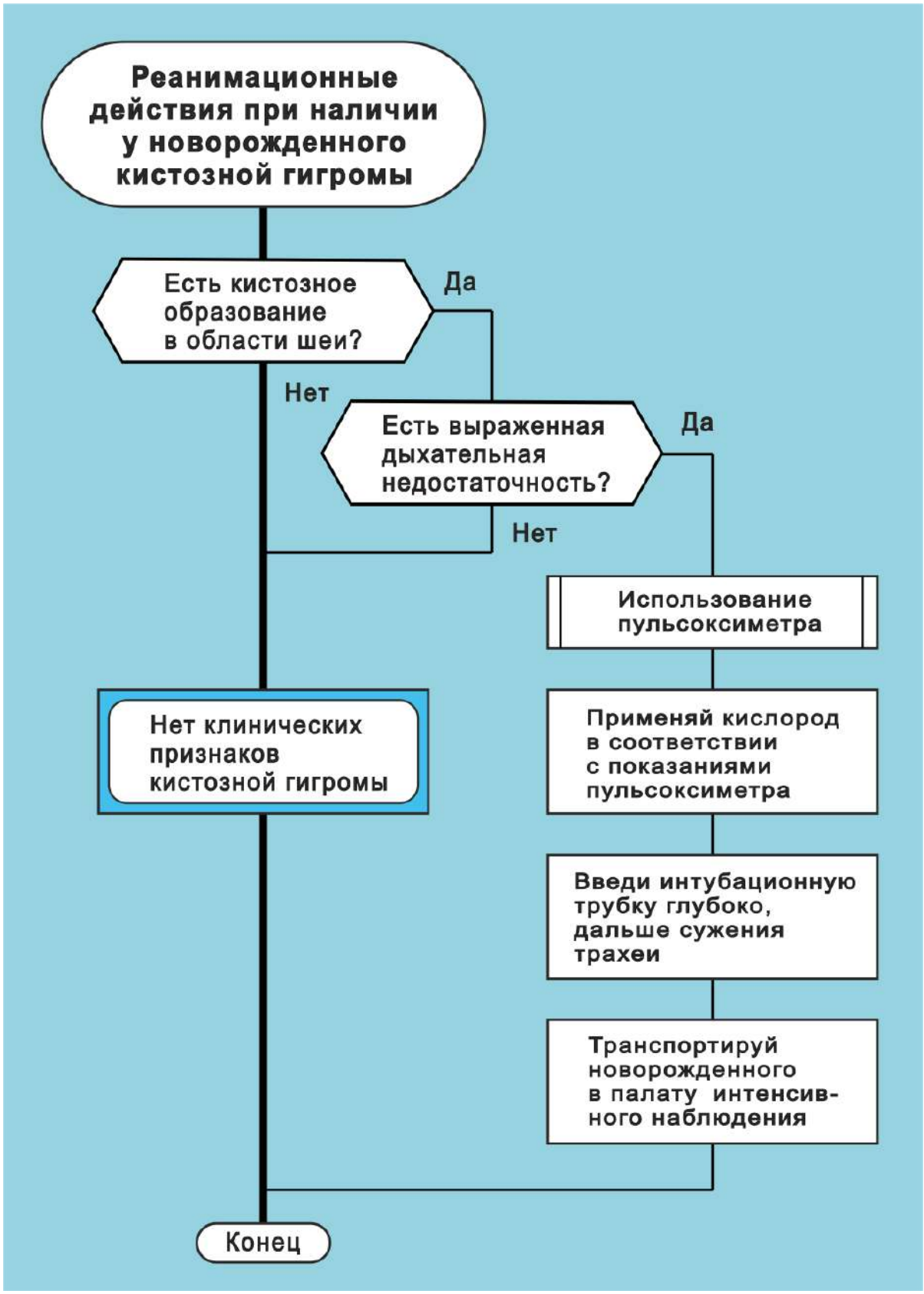


Рис. 86. Алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы» [43]

ИКОНА «ВСТАВКА»

Икону Вставка мы уже видели в главе 1 на рис. 7. Иногда бывает, что на чертеже места уже нет, а работа еще не закончена, так как нужно вставить в схему дополнительный кусок алгоритма. Как быть?

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. 86 икона Вставка снабжена надписью: «Использование пульсоксиметра». Это значит, что алгоритм с таким названием нарисован в другом месте — на рис. 87.

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

Применительно к нашему случаю можно мысленно удалить икону «Использование пульсоксиметра» на рис. 86, а вместо нее вставить алгоритм на рис. 87.

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

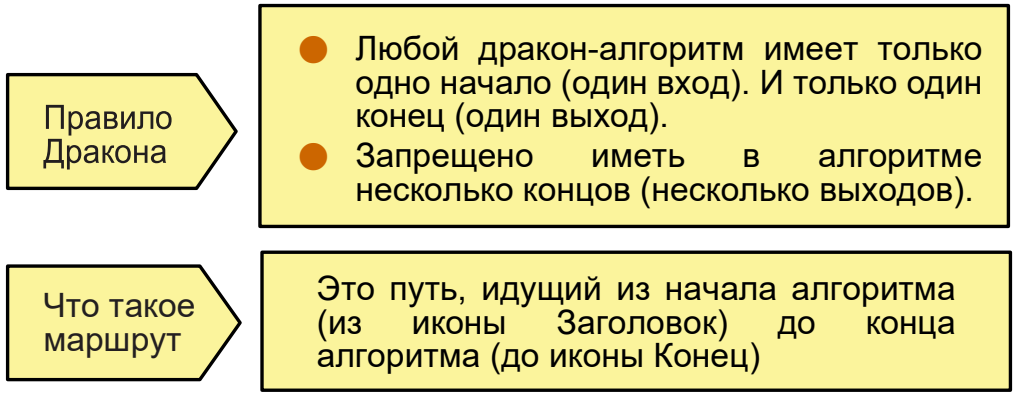
Рис. 87. Алгоритм «Использование пульсоксиметра» [227]

В электронном виде (в базе данных DrakonHub) появляются дополнительные возможности. Щелкнув мышью по иконе Вставка на рис. 86, мы «проваливаемся» (автоматически переходим) в начало алгоритма «Использование пульсоксиметра» на рис. 87.

МАРШРУТЫ КЛИНИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Алгоритм на рис. 86 имеет три маршрута. Все они начинаются в иконе Заголовок и кончаются в иконе Конец.

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



АЛГОРИТМ «РЕАНИМАЦИОННЫЕ ДЕЙСТВИЯ ПРИ НАЛИЧИИ У НОВОРОЖДЕННОГО АНОМАЛИЙ ГЛОТКИ»

Проанализируем алгоритм на рис. 87а. Икона Заголовок сообщает нам название алгоритма: «Реанимационные действия при наличии у новорожденного аномалий глотки». Такое же название повторяется в подрисуночной подписи. Рекомендуется, чтобы название алгоритма в Заголовке и подрисуночной подписи было в точности одинаковым.

Алгоритм на рис. 87а по своей логической структуре похож на предыдущий алгоритм (рис. 87).

Рассмотрим задачу. В клиническом алгоритме Примитив нужно выделить один-единственный маршрут – царскую дорогу, путеводную нить, которая находится на шампуре. С ней можно зрительно сравнивать остальные маршруты, чтобы понять суть дела.

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

КАК ПОДСЧИТАТЬ ЧИСЛО РЕШЕНИЙ В АЛГОРИТМЕ

Подсчитывая число решений, надо учесть, что решения изображают двумя способами:

- с помощью иконы Вопрос;
- с помощью переключателя.

Перечислим решения в виде иконы Вопрос:

- Есть выраженная дыхательная недостаточность?
- Маленькая ли челюсть у новорожденного?
- Исчезла ли дыхательная недостаточность? *(Этот вопрос повторяется 2 раза).*

Укажем решение в виде переключателя:

- Выбери средство для освобождения дыхательных путей (интубационная трубка или катетер).

Таким образом, число решений на рис. 87а равно 5.

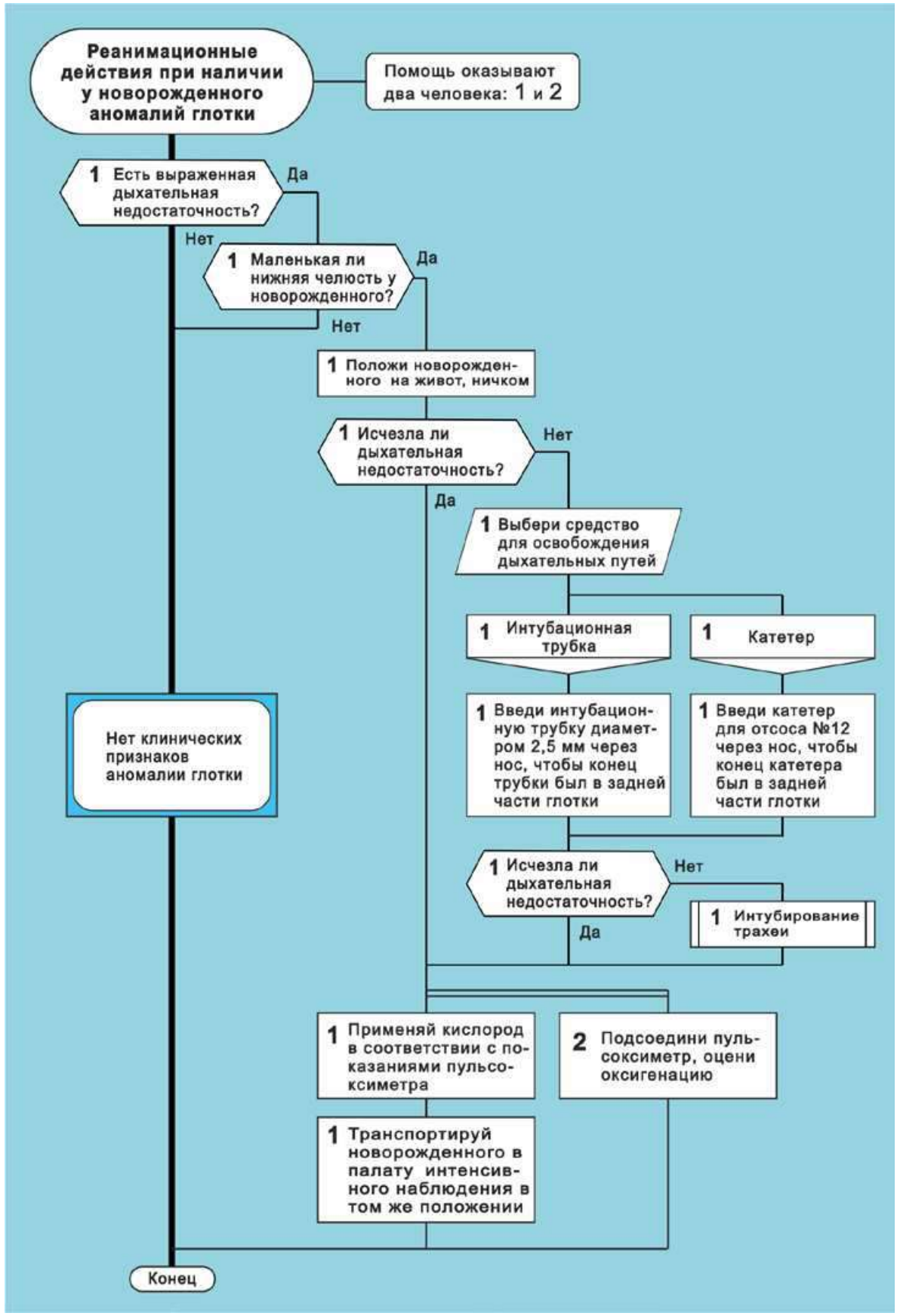


Рис. 87*а*. Алгоритм «Реанимационные действия при наличии у новорожденного аномалий глотки» [44, pp. 280, 281]

ПОДСЧИТАЕМ ЧИСЛО ШАГОВ В АЛГОРИТМЕ

Подсчет шагов в алгоритме был показан для простейшего случая в главе 1 на рис. 2.

Сейчас ситуация стала более сложной. Чтобы облегчить задачу и сделать ее наглядной, добавим к рис. 87а пояснения (выноски), как показано на рис. 87б.

Нумерация шагов зависит от выбранного маршрута. Предположим, что, следуя по маршруту алгоритма, мы всегда (на каждом перекрестке) будем сворачивать направо. Применяя принцип «на развилке всегда направо» к рис. 87б, можно убедиться, что полученный таким путем «правый маршрут алгоритма» состоит из 10 шагов.

Первый шаг. Принимается решение «Есть ли выраженная дыхательная недостаточность?» Решение состоит в том, что врач выбрал ответ «Да».

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

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

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

Пятый шаг. Принимается решение: Какой инструмент будем использовать: интубационную трубку или катетер? Врач выбрал катетер. *(Обратите внимание: решение в данном случае изображается с помощью трех фигур в белой рамке).*

Шестой шаг. Врач выполняет действие: «Введи катетер для отсоса №12 через нос, чтобы конец катетера был в задней части глотки».

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

Восьмой шаг. Врач выполняет алгоритм «Интубация трахеи».

Девятый шаг. Врач выполняет действие «Применяй кислород в соответствии с показаниями пульсоксиметра». *(При этом одновременно второй врач подсоединяет пульсоксиметр и проверяет оксигенацию).*

Десятый шаг. Врач выполняет действие «Транспортируй новорожденного в палату интенсивного наблюдения в том же положении».

Таким образом, мы выяснили, что самый длинный маршрут на рис. 87б содержит десять шагов. Из них пять – медицинские действия и пять – медицинские решения.

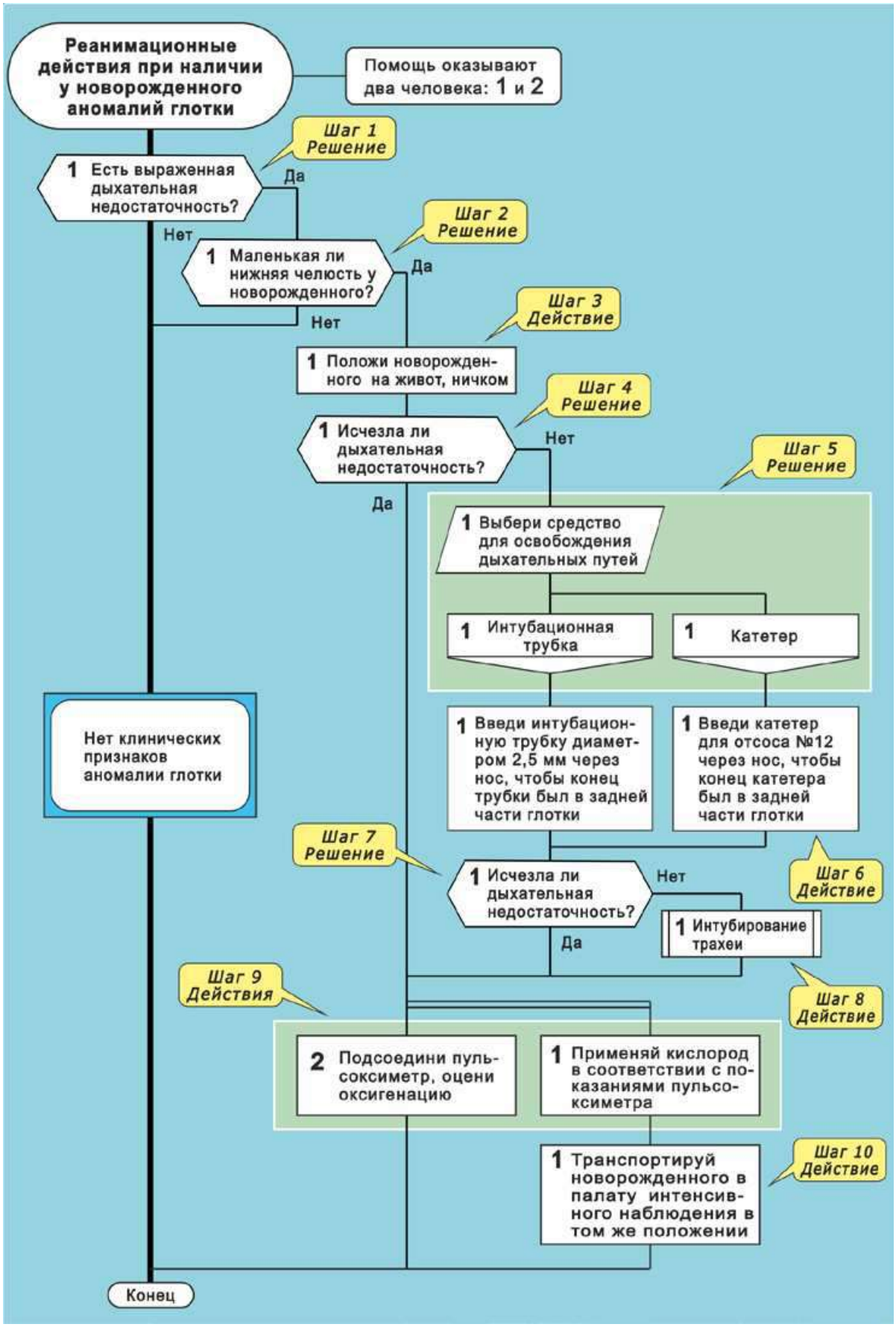


Рис. 87*б*. Самый длинный маршрут этого алгоритма содержит 10 шагов

ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ КЛИНИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Рис. 88. Главный маршрут показан жирной линией. Правило главного маршрута выполняется [191]

Рис. 89. Правило нарушено. Главный маршрут «испортился», стал изломанным

Вспомним правило: «Главный маршрут алгоритма примитив должен идти по шампуру». Это значит, что царская дорога не может оказаться где-то в неположенном месте, где ее трудно найти. В дракон-схеме примитив она всегда должна быть на самом почетном месте – на крайней левой вертикали.

Почему? Потому что крайняя левая вертикаль примитива 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.

Главный маршрут клинического алгоритма	Это наиболее благоприятный для пациента путь, идущий от иконы Заголовок до иконы Конец
Правило	Главный маршрут алгоритма примитив должен идти по шампуру

ИСПОРЧЕННЫЙ ГЛАВНЫЙ МАРШРУТ

Рассмотрим типичную ошибку. Предположим, правило главного маршрута не соблюдается (рис. 89).

Давайте проверим условие «Рана испачкана?» Если рана чистая, это хорошо, если грязная – плохо. Главный маршрут всегда идет там, где хорошо. Следовательно, на рис. 89 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. 89 царский путь два раза отклоняется от шампура и начинает делать зигзаги. Это недопустимо.

На рис. 88 ошибка исправлена – главный маршрут идет по шампуру.

РАЗВЕРТКА АЛГОРИТМА

Сколько маршрутов на рисунке 88? Четыре. Все они показаны на рис. 90, который поясняет и разворачивает рис. 88. Слева представлен главный, наиболее благоприятный маршрут (когда рана чистая и нет кровотечения).

Чтобы на рис. 88 выделить один маршрут из четырех, нужно в каждом разветвлении выбрать только один ответ, а второй удалить. По этой причине на рис. 90 все иконы Вопрос «одноногие»; у них показан только один выход.

Рис. 90. Развертка алгоритма, представленного на рис. 88

На рис. 90 мы *развернули* алгоритм на рис. 88, показали все маршруты по отдельности и расположили их по соседству. Полученный результат носит название *развертка алгоритма.* Развертка позволяет наглядно увидеть все без исключения маршруты.

Мы рассмотрели простейший разветвленный алгоритм. В общем случае тщательный анализ алгоритма (при помощи развертки) оказывается далеко не простым.

Проблема в том, что простые алгоритмы в медицине встречаются редко. Реальные алгоритмы, как правило, очень сложны (см. следующую часть). Неумение анализировать сложные алгоритмы и распознавать их маршруты является причиной многих врачебных ошибок.

ПРИМИТИВ УПОРЯДОЧЕН ПО ГОРИЗОНТАЛИ

Клинический алгоритм примитив упорядочен по горизонтали. Слева врач видит наиболее благоприятный для пациента маршрут, справа – наименее благоприятный.

Движение взора по горизонтали имеет четкий смысл. 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 лучше, справа хуже». Говоря более точно: «Слева более благоприятный для больного исход, справа менее благоприятный».

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА МЕДИЦИНСКОГО ИНСТРУМЕНТА

В клинических алгоритмах часто встречаются переключатели. Рассмотрим переключатель на рис. 91.

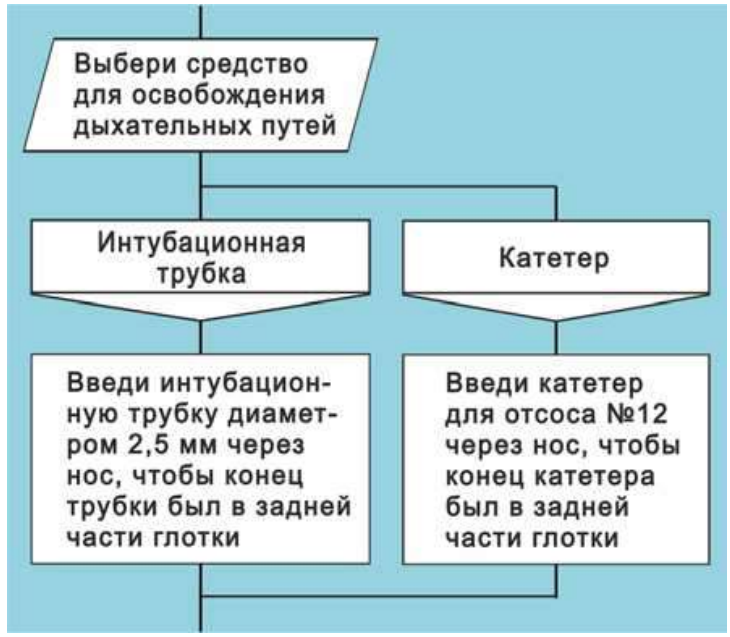


Рис. 91. Переключатель на два направления

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. При желании в иконе Выбор можно написать кратко: «Трубка или катетер?»

И последнее. Какой из маршрутов на рис. 91 более благоприятен для пациента: левый или правый? Ответить трудно. Следовательно, правило «Чем правее, тем хуже» здесь применить нельзя.

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. 92–94.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ И ТЯЖЕСТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ

На рис. 92 переключатель учитывает тяжесть заболевания и отделяет легкий химический ожог от средних и тяжелых. Маршруты упорядочены слева направо, причем более тяжелый ожог расположен правее. Это значит, что выполняется правило «Чем правее, тем хуже».

Обратите внимание: на рис. 92 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.

Рис. 92. 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 «Чем правее, тем хуже» является хорошим критерием для этого случая. Оно позволяет внести ясность в алгоритм, избежать путаницы и облегчить изучение материала.

Рис. 93. Переключатель на два направления. Выполняется правило «Чем правее, тем хуже»

На рис. 93 в иконе Выбор записан вопрос: «Что повреждено?». В иконах Вариант дан ответ: «Веки» и «Конъюнктива или роговица». Ниже в трех иконах Действие описаны соответствующие лечебные воздействия.

ДВА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ В ОДНОМ АЛГОРИТМЕ

Перейдем к более сложному случаю и рассмотрим фрагмент алгоритма «Первая помощь при химическом ожоге глаз жидкостью». Кусочки этого алгоритма мы уже видели на рис. 92 и 93.

Подправим наш эскиз, объединим кусочки и добавим последний штрих. Результат показан на рис. 94. Чтобы понять структуру нового алгоритма, подскажем: он построен с помощью двух переключателей.

Построение выполняется за три этапа.

Этап 1. Выбираем переключатель на рис. 92.

Этап 2. В левый черный кружок (ниже варианта «Легкий») вставляем переключатель из рис. 93.

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

- Введи подкожно 1500–3000 МЕ противостолбнячной сыворотки.
- Введи внутримышечно или дай внутрь антибиотики.
- Наложи на поврежденный глаз повязку.

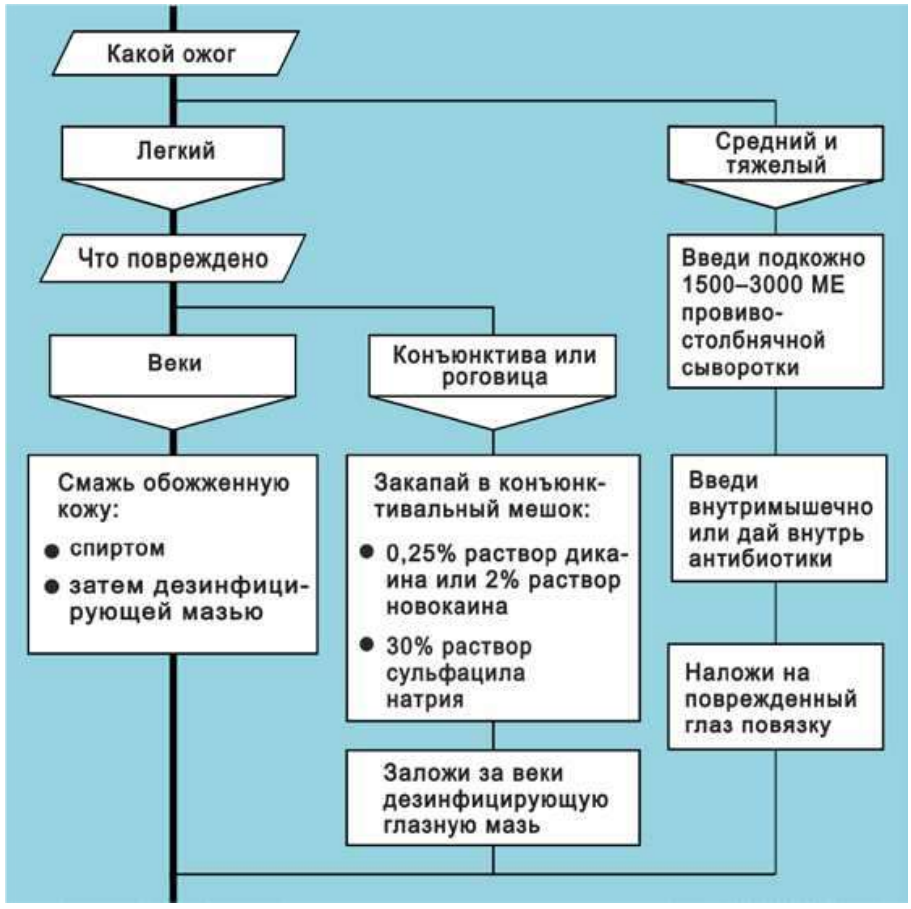


Рис. 94. Алгоритм с двумя переключателями

Выполнив эти операции, получим окончательный алгоритм на рис. 94. Он состоит из трех маршрутов. Главный маршрут, как и полагается, идет по шампуру. Он обозначен жирной линией.

Верхний переключатель на рис. 94 содержит вопрос: «Какой ожог»?

Нижний переключатель спрашивает: «Что повреждено»?

ВЫВОДЫ

1. Клинический алгоритм имеет одно начало (один Заголовок) и один конец.
2. Запрещено иметь в алгоритме несколько концов.
3. Маршрут – непрерывный путь, идущий из иконы Заголовок до иконы Конец.
4. Главный маршрут клинического алгоритма – это наиболее благоприятный для пациента путь, соединяющий иконы Заголовок и Конец.
5. Главный маршрут клинического алгоритма примитив должен идти по шампуру.
6. Боковой маршрут – любой путь разветвленного алгоритма за исключением главного.
7. Икона Вставка содержит название алгоритма и сообщает, что алгоритм с таким названием нарисован в другом месте.
8. В клинических алгоритмах удобно использовать переключатели.
9. Переключатели применяют для разных целей:
    - для выбора медицинского инструмента;
    - для указания пораженных органов и пр.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 14

1. Сколько маршрутов в алгоритме на рис. 86?
2. Какой маршрут на рис. 86 является наиболее благоприятным для пациента (новорожденного)? Почему?
3. Какой маршрут на рис. 86 является наименее благоприятным для пациента (новорожденного)? Почему?
4. В каком случае надо вводить интубационную трубку?
5. Какая икона позволяет вставить в схему дополнительный кусок алгоритма? Приведите примеры.
6. Поясните фразу «Икона Вставка представляет собой икону-заместитель».
7. Сформулируйте правило Дракона.
8. Что такое маршрут?
9. Как подсчитать число решений в алгоритме?
10. Сколько решений на рис. 87а?
11. Сколько шагов на самом длинном маршруте на рис. 87б?
12. Как называется наиболее благоприятный для пациента путь, идущий от иконы Заголовок до иконы Конец?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 14

1. Выберите правильный ответ:

- Алгоритм примитив упорядочен по горизонтали: чем левее, тем хуже.
- Алгоритм примитив упорядочен по горизонтали: чем ближе к шампуру, тем хуже.
- Алгоритм примитив упорядочен по горизонтали: чем правее, тем хуже.

2. Выберите правильный ответ:

- Переключатель внутри переключателя не используется.
- Переключатель внутри переключателя — это эффективный прием.
- Запрещено использовать переключатель внутри переключателя.

3. Выберите правильный ответ:

- Разрешено иметь в алгоритме несколько концов или последних элементов.
- Разрешено иметь в алгоритме несколько концов.
- Запрещено иметь в алгоритме несколько концов или последних элементов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 14

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе фрагмента на рис. 79. Добавьте к фрагменту недостающие иконы (Заголовок, Конец и др.) и превратите его в алгоритмическую конструкцию примитив. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
3. Разработайте алгоритм по правилам медицинского языка ДРАКОН в соответствии с Приложением 9 и нарисуйте его в графическом конструкторе DrakonHub.

Приложение 9 к практическому заданию.
ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОСТРОМ КОРОНАРНОМ СИНДРОМЕ

Основная цель – ранний, не позднее чем через 10–20 мин. вызов Скорой медицинской помощи.

В первый "золотой" час умирает от 30 до 50% от всех умирающих по этой причине.

Памятка по оказанию первой помощи при сердечном приступе (должна быть у каждого гражданина с высоким сердечно-сосудистым риском, у всех больных ишемической болезнью сердца и лиц старше 65 лет).

Характерные признаки (симптомы) сердечного приступа (инфаркта миокарда):

- внезапно (приступообразно) возникающие давящие, сжимающие, жгущие, ломящие боли в грудной клетке (за грудиной) продолжающиеся более 5 минут;
- аналогичные боли часто наблюдаются в области левого плеча (предплечья), левой лопатки, левой половины шеи и нижней челюсти, обоих плеч, обеих рук, нижней части грудины вместе с верхней частью живота;
- нехватка воздуха, одышка, резкая слабость, холодный пот, тошнота часто сопутствуют дискомфорту/болям в грудной клетке.

Типичная локализация и иррадиация болей

Нехарактерные признаки, которые часто путают с сердечным приступом: колющие, режущие, пульсирующие, сверлящие, постоянные ноющие в течение многих часов и не меняющие своей интенсивности боли в области сердца или в конкретной четко очерченной области грудной клетки. Нехарактерные клинические проявления не могут быть основанием для исключения сердечного приступа.

Алгоритм неотложных действий при сердечном приступе

Если у Вас или кого-либо внезапно появились вышеуказанные характерные признаки сердечного приступа даже при слабой или умеренной их интенсивности, которые продолжаются более 5 мин. - следует без промедления вызвать бригаду скорой медицинской помощи. Не ждите, что боль пройдет – в такой ситуации это опасно для жизни.

Если у Вас появились симптомы сердечного приступа и нет возможности вызвать скорую помощь, то попросите кого-нибудь довезти Вас до больницы - это единственное правильное решение. Никогда не садитесь за руль сами, за исключением полного отсутствия другого выбора.

- Сразу после возникновения приступа сесть (лучше в кресло с подлокотниками) или лечь в постель с приподнятым изголовьем, принять 0,25 г ацетилсалициловой кислоты (аспирина) (таблетку разжевать, проглотить) и 0,5 мг нитроглицерина (одну ингаляционную дозу распылить в полость рта при задержке дыхания, одну таблетку/капсулу положить под язык, капсулу

предварительно раскусить, не глотать); обеспечить поступление свежего воздуха (открыть форточки или окно).

- Если через 5 мин. после приема нитроглицерина боль сохраняется, необходимо немедленно вызвать бригаду скорой медицинской помощи и второй раз принять нитроглицерин.
- Если через 10 мин. после приема второй дозы нитроглицерина боли сохраняются, необходимо в третий раз принять нитроглицерин. Последующий прием нитроглицерина обычно не приносит облегчения и может приводить к гипотонии.
- Если после первого или последующих приемов нитроглицерина появилась резкая слабость, необходимо лечь, поднять ноги (на валик и т.п.). Следует знать, что нитроглицерин может вызывать сильную головную боль.

Внимание! Больному с сердечным приступом

- категорически запрещается вставать, ходить, курить и принимать пищу до особого разрешения врача;
- нельзя принимать аспирин (ацетилсалициловую кислоту) при его непереносимости (аллергические реакции), недавнем внутреннем кровотечении, а также при явном обострении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки;
- нельзя принимать нитроглицерин при резкой слабости, а также при выраженной головной боли, головокружении [45].

Часть V
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Глава 15
ПРОБЛЕМА COVID-19. РЕСПИРАТОРНАЯ ТЕРАПИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С COVID-19

УРОКИ ПАНДЕМИИ COVID-19

Пандемия, вызванная распространением коронавируса SARS-CoV-2, — одна из самых смертоносных в истории человечества. По состоянию на декабрь 2022 года заразился 641 миллион человек, умерли свыше 6,6 миллионов [46]. При осложнениях могут возникать острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) и пневмония (воспаление лёгких). Органы власти во многих странах мира ввели жесткие ограничения на жизнь и работу людей: запретили путешествия, установили карантин на границах, ввели самоизоляцию и пр., что привело к сбоям в работе предприятий и нарушило цепочки поставок. Пандемия COVID-19 стала причиной серьёзных социально-экономических последствий, включая крупнейшую мировую рецессию после Великой депрессии.

Пандемия COVID-19 предъявила к медицинским учреждениям новые требования. С быстрым ростом числа COVID-заболеваний и ограниченностью коечного фонда в инфекционных клиниках потребовалось срочное перепрофилирование медучреждений под COVID-задачи и переобучение медперсонала для работы в красных зонах.

Возникла потребность обучения большого количества врачей различных специальностей методам оказания неотложной помощи при тяжелых и осложненных формах у пациентов с COVID-19 в условиях острого дефицита времени. В данной ситуации неоценимую роль играют алгоритмизация действий врача и методы симуляционного обучения.

Проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у пациентов с COVID-19 является серьёзной проблемой для большинства врачей, не являющихся специалистами в области респираторной терапии. Одной из основных трудностей проведения респираторной терапии пациентам с COVID-19 является отсутствие чётких алгоритмов и рекомендаций по выбору метода респираторной терапии и настройке аппаратов ИВЛ. В свою очередь, увеличение количества пациентов с COVID-19, нуждающихся в интенсивной терапии с потенциальной потребностью в ИВЛ, привело к дефициту врачей, знающих принципы протективной вентиляции легких.

У пациентов с COVID-19 при позднем переводе на искусственную вентиляцию лёгких включается дополнительный повреждающий фактор – транспульмональное давление. Поэтому любая задержка перевода пациента на аппаратную вентиляцию лёгких приводит к увеличению объёма поражения лёгочной ткани. В то же время сама ИВЛ является мощным повреждающим фактором, особенно при неправильно подобранных параметрах. Основными причинами этого повреждения становятся:

- волюмотравма,
- баротравма,
- циклическая травма,
- оксигенотравма,
- ателектотравма.

Волюмотравма — поступление избыточного объема воздуха в легкие. Баротравма — избыточное повышение давления в альвеолах. Ателектотравма — повторение циклов закрытия-раскрытия альвеол.

ХОЖДЕНИЕ ПО ЛЕЗВИЮ НОЖА

Следовательно, подбор оптимальных параметров ИВЛ у больных с тяжёлыми вирусными пневмониями и острым респираторным дистресс-синдромом (ОРДС) — это своего рода «хождение по лезвию ножа». Необходимо обеспечить минимально достаточный уровень оксигенации, при этом максимально снизив негативное влияние повреждающих факторов ИВЛ на лёгкие. По нашему опыту, даже незначительное отклонение на непродолжительное время от рамок протективной вентиляции приводит к дополнительному повреждению лёгких.

С учетом вышесказанного очень важным фактором, влияющим на исход тяжелого вирусного поражения лёгких, является уровень подготовки врача отделения реанимации по особенностям проведения респираторной терапии указанным пациентам.

АЛГОРИТМЫ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ

С целью быстрого, качественного и доступного обучения специалистов, работающих в реанимации, нами были разработаны алгоритмы респираторной терапии при COVID-19. Алгоритмы основаны на следующих документах [47, 48, 49, 50, 51].

В данной главе описаны восемь алгоритмов высокой точности, представленных на медицинском языке ДРАКОН:

- Низкопоточная оксигенация пациента.
- Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента.
- Аппаратная неинвазивная вентиляция легких.
- Протективная искусственная вентиляция легких.
- Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP.
- Улучшение оксигенации пациента.
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация.
- Прекращение респираторной терапии.

Назовем их функциональными. Порядок выполнения функциональных алгоритмов показан в упрощенном виде на комплексном алгоритме на рис. 95.

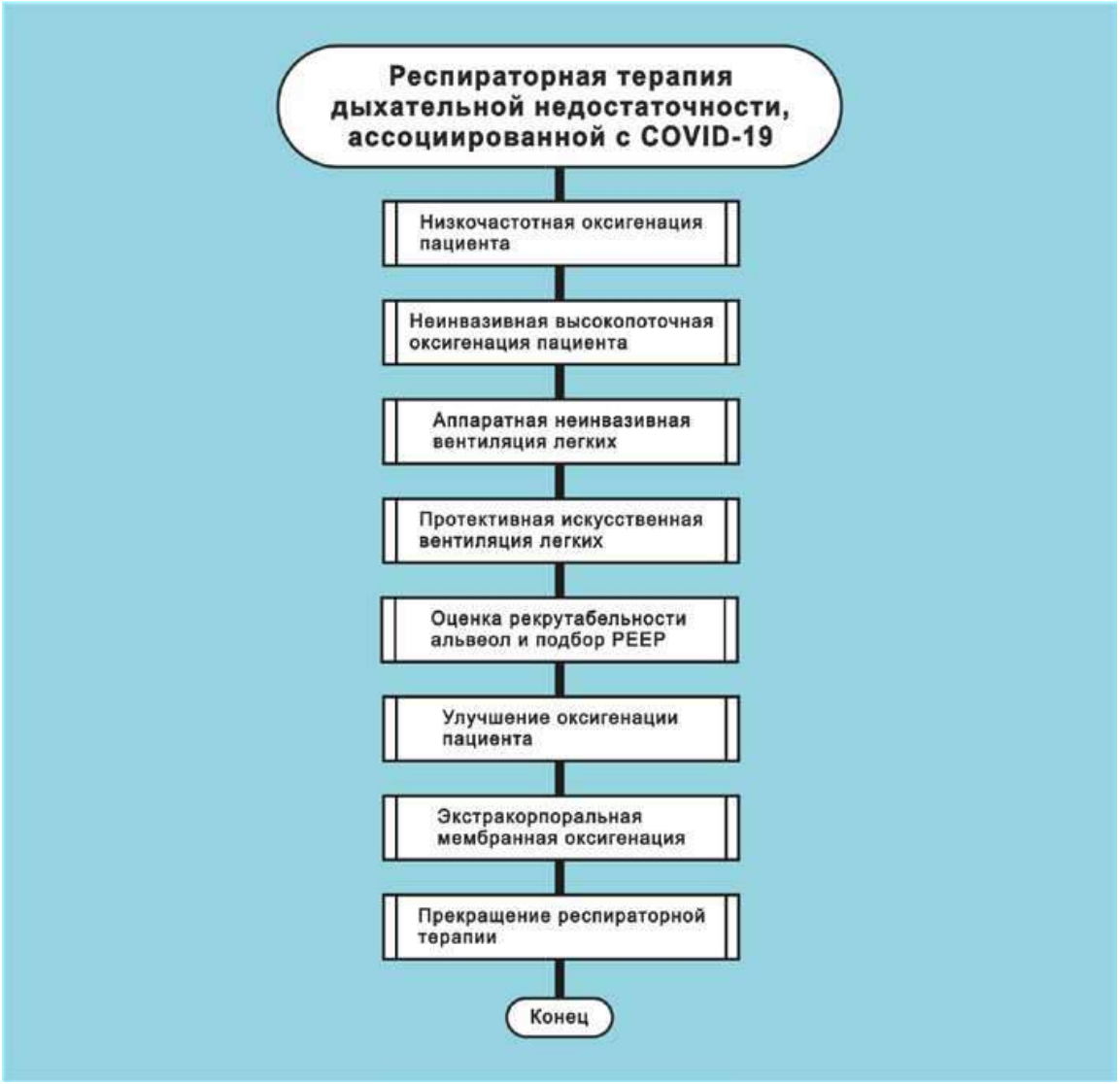


Рис. 95. Упрощенный алгоритм респираторной терапии

Ниже на рис. 96–103 представлены все восемь функциональных алгоритмов. На последнем 104 рисунке показан более сложный (реальный) комплексный алгоритм. Сравните его с упрощенным алгоритмом на рис. 95.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Острая дыхательная недостаточность (ОДН) является одним из наиболее частых осложнений COVID-19. У пациентов с тяжелым и крайне тяжелым течением (10–15% случаев) после 5-го дня болезни сохраняется лихорадка, появляются симптомы дыхательной недостаточности, прогрессируют инфильтративные изменения в легких (вирусная пневмония), ОРДС.

Даже при легком течении COVID-19 у большинства пациентов при компьютерной томографии легких видны инфильтративные изменения. Коронавирус SARS-CoV-2 обнаруживался в носоглоточных смывах у 59% пациентов, а инфильтративные изменения на компьютерной томографии легких – у 88% пациентов с вероятным COVID-19.

Диффузное повреждение альвеол при COVID-19 диагностируют в среднем на 8-е сутки от начала болезни. При поступлении в отделение реанимации и интенсивной терапии частота ОРДС составляет около 60%, а индекс PaO_2 / FiO_2 – 136 (103–234 мм рт. ст.).

При ОРДС у пациентов с COVID-19 высока частота гиперкапнии, сохраняющейся даже на фоне инвазивной ИВЛ из-за роста альвеолярного мертвого пространства (микротромбоз легочных капилляров, тромбоэмболия легочной артерии) и/или увеличения шунта (венозного примешивания). Это ведет к большой (выше 5 мм рт. ст.) разнице напряжений CO_2 в артериальной крови и в конце выдоха.

Целевые показатели газообмена, ассоциированные с улучшением исхода при остром респираторном дистресс-синдроме:

- PaO_2 90–105 мм рт. ст. или SpO_2 95-98%;
- $PaCO_2$ 35–50 мм рт. ст., возможно допущение гиперкапнии до 70 мм рт. ст. при невозможности достижения нормокапнии при дыхательном объеме 6 мл/кг идеальной массы тела (ИМТ) и частоте дыхания 30 раз в минуту.

Что такое SpO_2

Это уровень насыщения артериальной крови кислородом. Точнее, это процентное содержание в крови гемоглобина, насыщенного кислородом. Это важный показатель состояния дыхательной системы человека. При уровне SpO_2 ниже 90% повышается риск развития гипоксемии — дефицита кислорода в крови. Чем ниже показатель SpO_2, тем выше риск.

АЛГОРИТМ «НИЗКОПОТОЧНАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ ПАЦИЕНТА»

Все системы доставки кислорода в дыхательные пути пациента делят на:

- низкопоточные (поток кислорода до 15 литров в минуту);
- высокопоточные (поток кислорода 30–60 литров в минуту).

Самый простой алгоритм оказания помощи при острой дыхательной недостаточности изображен на рис. 96 — это низкопоточный вариант.

Необходимо иметь кислородный баллон или стационарную кислородную сеть. Кроме того, нужен интерфейс, через который кислород будет поступать в легкие пациента: назальные канюли, лицевая маска и т. д.

На рис. 96*а* показана первая ветка алгоритма, которая называется «Подготовка к низкопоточной оксигенации». Ветка имеет три выхода — три иконы Адрес:

- Регулировка потока кислорода.
- Высокопоточная оксигенация пациента.
- Завершение.

В зависимости от условий, записанных в верхних иконах Вопрос, рабочая точка алгоритма будет перемещаться сверху вниз по маршрутам, ведущим к иконам Адрес.

При показателе SpO_2 меньше 92% рекомендовано начать обычную оксигенотерапию (через лицевую маску или назальные канюли, лучше маску с расходным мешком) потоком до 15 литров в минуту до достижения SpO_2 значения 96–98%.

Однако такой вариант годится не всем. Есть исключения.

Первое исключение. Если у больного нет дыхания, нет сознания и пр., его нужно сразу направить на другой алгоритм — «Протективную искусственную вентиляцию легких». На рис. 96*а* нарисован этот случай с помощью трех икон Вопрос:

- Дыхание есть? Нет.
- Сознание есть? Нет.
- Есть ажитация или энцефалопатия? Да.

Во всех этих случаях через правый выход иконы Вопрос маршрут идет на вход иконы Вставка, обозначающей указанный алгоритм.

Второе исключение. Если у пациентов есть сопутствующие заболевания (хроническая обструктивная болезнь лёгких, хроническая сердечная недостаточность) больных следует сразу направлять на высокопоточный вариант. Для этого через икону Адрес «Высокопоточная оксигенация пациента» переходим на рис. 96*б* на вход ветки с тем же названием. Затем попадаем в икону Вставка, обозначающую алгоритм «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента». Оба алгоритма, обозначенные иконами Вставка, подробно раскрыты позже на рис. 97 и 100.

Результирующая величина FiO_2 зависит не только от потока кислорода, но и от состояния пациента. Следует принимать во внимание такие факторы, как минутная вентиляция и инспираторный поток пациента. Чем они больше, тем меньшая величина FiO_2 получается в итоге.

Низкопоточная оксигенотерапия эффективна при легкой и средней степени тяжести гипоксемической острой дыхательной недостаточности. Имеется в виду индекс PaO_2/FiO_2, равный 300–150 мм рт. ст. (сатурация на воздухе без кислорода 75–93%).

Интерфейс низкопоточных систем можно расположить следующим образом в порядке повышения степени результирующей инспираторной фракции кислорода: носовые канюли → простые ороназальные маски → маски Вентури → ороназальные маски с резервуарным мешком.

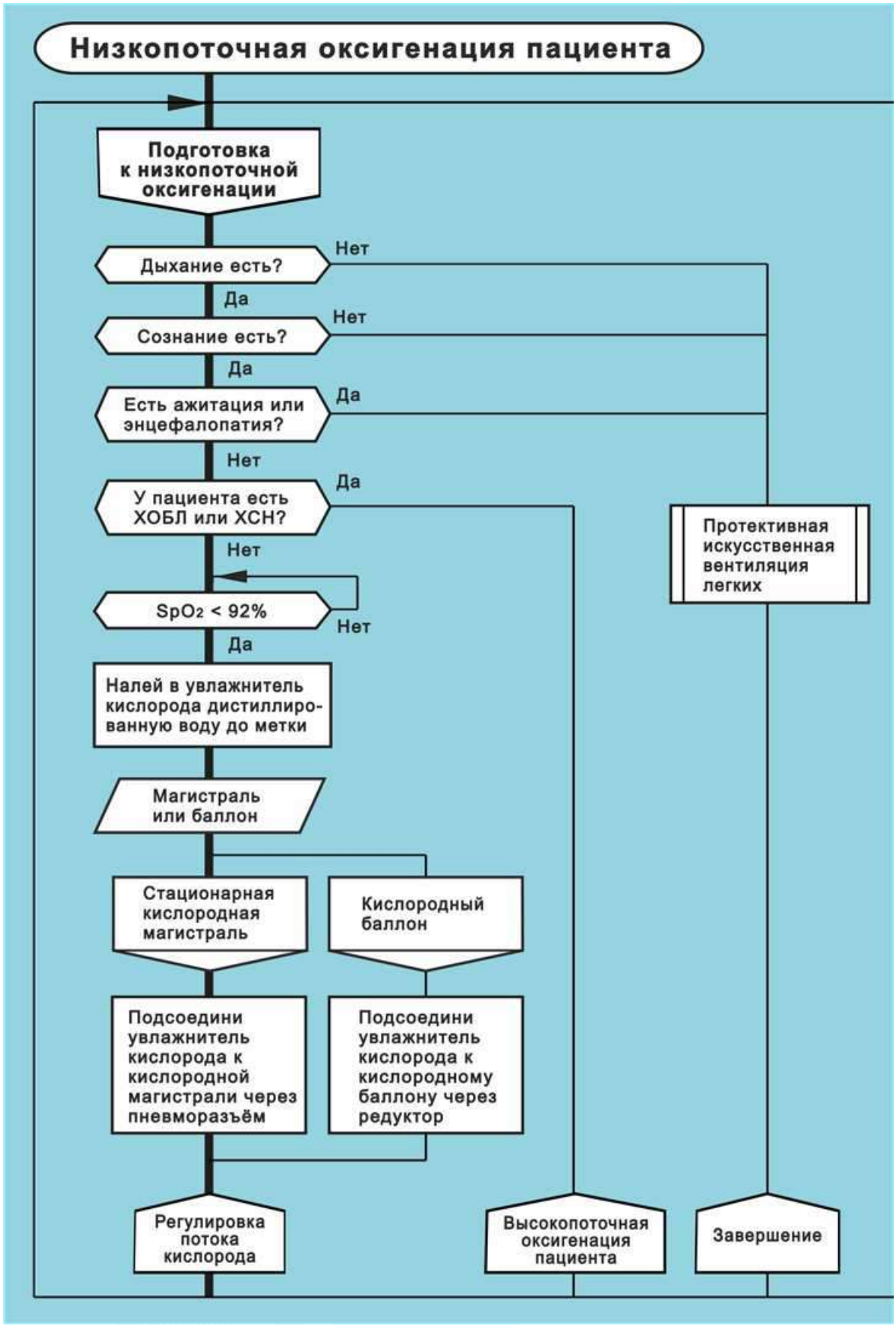


Рис. 96*а*. Алгоритм «Низкопоточная оксигенация пациента»

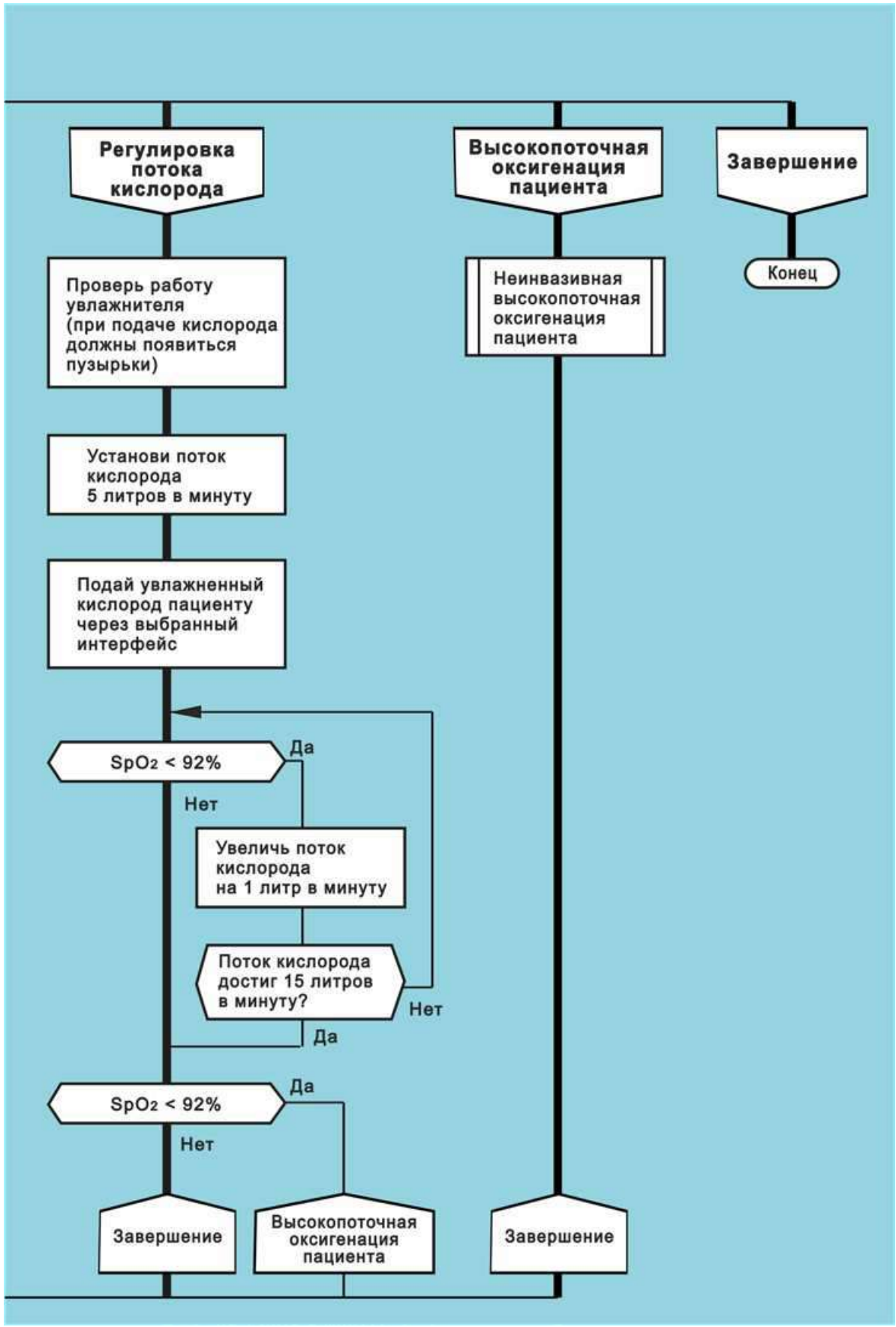


Рис. 96*б*. Алгоритм «Низкопоточная оксигенация пациента» *(окончание)*

Что такое FiO_2

Это фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси. Как известно, воздух содержит 21% кислорода. Таким образом, показатель FiO_2 воздуха равен 0,21. За пределами отделений реанимации и интенсивной терапии показатель FiO_2 исторически не привлекал особого внимания. Но пандемия COVID-19 изменила нашу жизнь.

ИНДЕКС ОКСИГЕНАЦИИ

У пациентов в критическом состоянии FiO_2 используется для оценки способности легких к газообмену с применением соотношения PaO_2/FiO_2 (индекс оксигенации).

При этом степень острого респираторного дистресс-синдрома классифицируют согласно таблице.

Степень ОРДС	Индекс оксигенации PaO_2/FiO_2
Легкая	от 201 до 300 мм рт. ст.
Средняя	от 101 до 200 мм рт. ст.
Тяжелая	<100 мм рт. ст.

АЛГОРИТМ «НЕИНВАЗИВНАЯ ВЫСОКОПОТОЧНАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ ПАЦИЕНТА»

В алгоритме описан процесс перевода пациента на высокопоточную оксигенацию и подбора ее параметров (рис. 97).

Высокопоточная оксигенотерапия – это метод кислородной терапии, при использовании которого обеспечивается доставка подогретой и увлажненной кислородо-воздушной смеси через специальные носовые канюли при высоких скоростях потока (до 60 литров в минуту). При этом имеется возможность обеспечить FiO_2 до 1,0. Высокопоточная оксигенотерапия эффективна при тяжелой степени гипоксемической острой дыхательной недостаточности (ОДН) – с индексом PaO_2 / FiO_2 менее 150 мм рт. ст. (сатурация на воздухе без кислорода ниже 75%).

Одним из важных физиологических свойств высокого потока для COVID-пациентов является эффект промывания анатомического мертвого пространства. Это приводит к улучшению элиминации углекислого газа и уменьшению работы дыхания пациента, уменьшению объема анатомического мертвого пространства, увеличению оксигенации и генерированию невысокого (1–4 мбар) положительного давления в гортано-глотке и трахее (CPAP – подобный эффект) — см. рис. 97.

Прон-позиция проводится не реже двух раз в сутки (оптимально общее время на животе 12–16 часов в сутки). Раннее применение прон-позиции в сочетании с кислородотерапией или с неинвазивной ИВЛ помогает избежать интубации у многих пациентов.

Основные механизмы действия прон-позиции:

- расправление гравитационно-зависимых ателектазов;
- улучшение вентиляционно-перфузионных соотношений;
- улучшение дренажа секрета дыхательных путей;
- на фоне CPAP вентиляция распределяется более равномерно.

Противопоказания к самостоятельной прон-позиции:

- нарушение сознания (угнетение или ажитация);
- гипотензия;
- недавняя операция на брюшной или грудной полостях;
- выраженное ожирение;
- массивное кровотечение;
- повреждения спинного мозга;
- нарушения ритма, могущие потребовать дефибрилляции и/или массажа сердца.

У пациентов с выраженным ожирением и у беременных на поздних сроках вместо прон-позиции предпочтительнее использовать положение лежа на боку со сменой стороны несколько раз в сутки.

Поражения легких при COVID-19 отличаются выраженной артериальной гипоксемией, часто не соответствующей объёму поражения и степени снижения податливости лёгочной ткани. Это связано с феноменом избыточной перфузии пораженных альвеол при COVID-19 (расширение сосудов) и несоответствием между вентиляцией и перфузией.

Здесь есть особенность. При развитии ОРДС у этих пациентов, как правило, нет других причин для интубации трахеи. К последним (причинам для интубации) относятся:

- нарушения сознания,
- мышечная слабость (дисфункция диафрагмы при полинейромиопатии критических состояний);
- нестабильная гемодинамика;
- интраабдоминальная гипертензия;
- низкая податливость грудной стенки;
- нарушения биомеханики дыхания, ведущие к повышенной работе дыхания.

Вследствие этого у значимой части таких пациентов компенсация гипоксемии и острой дыхательной недостаточности достигается неинвазивными методами – оксигенотерапией и неинвазивной ИВЛ, даже при снижении индекса PaO_2/FiO_2 до 100 мм рт. ст., а у некоторых – и ниже.

У пациентов с COVID-19 формируются ателектазы в дорсальных отделах легких, в связи с чем самостоятельная прон-позиция (положение лежа на животе) высокоэффективна и у неинтубированных пациентов, которые получают кислородотерапию или неинвазивную ИВЛ.

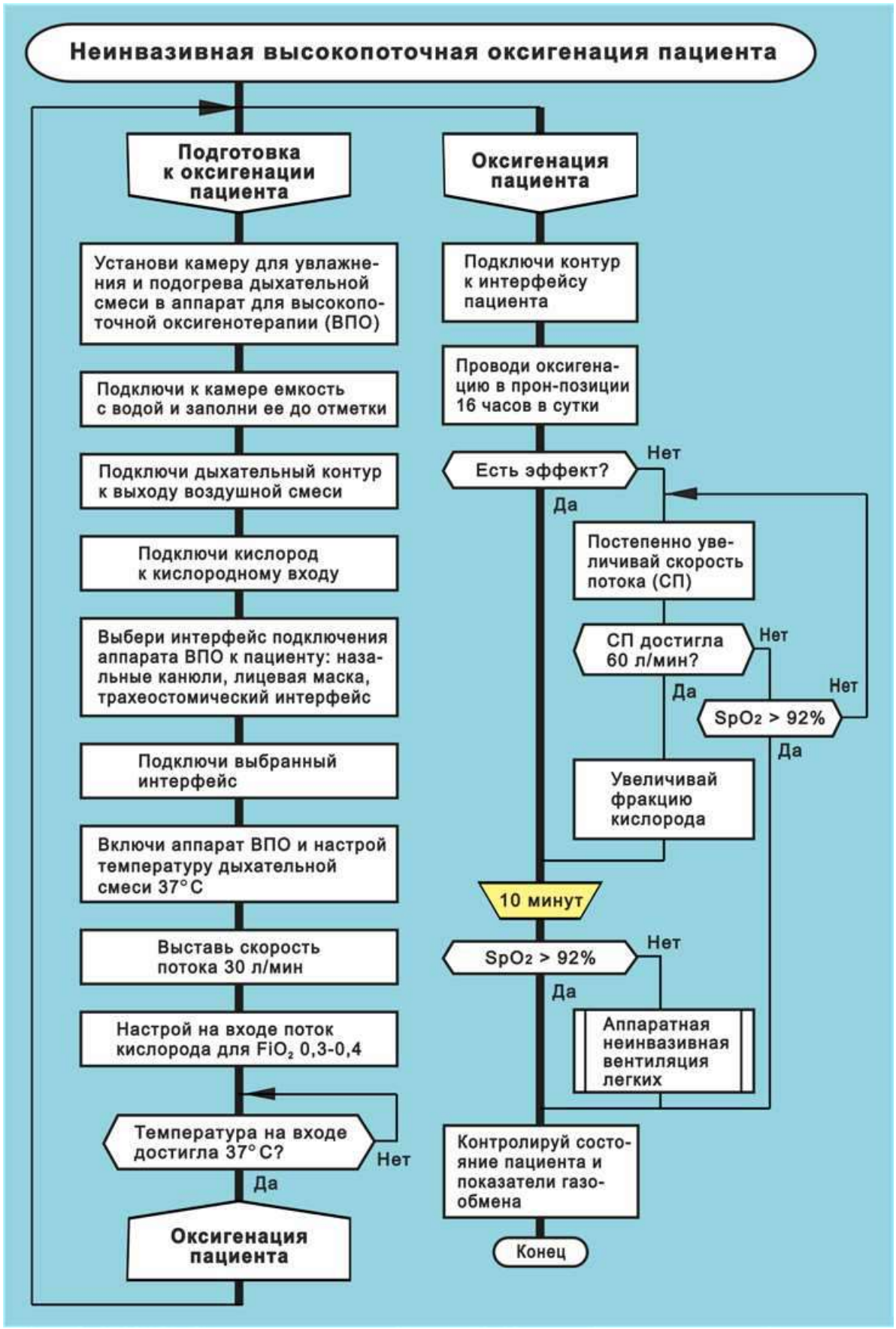


Рис. 97. Алгоритм «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента»

АЛГОРИТМ «АППАРАТНАЯ НЕИНВАЗИВНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ»

В данном параграфе описан алгоритм НИВЛ — неинвазивной искусственной вентиляция легких (рис. 98).

При проведении НИВЛ рекомендовано использовать:

- специализированные аппараты для НИВЛ;
- универсальные аппараты ИВЛ в режиме НИВЛ, в которых компенсируются утечки;
- специализированные лицевые маски, носовые маски или шлемы, так как это повышает эффективность и безопасность НИВЛ.

Следует отметить, что эффективность использования специализированных аппаратов НИВЛ выше.

Кроме того, существуют аппараты для домашней НИВЛ.

Ввиду невысокой рекрутабельности альвеол и отсутствии выраженной внелегочной патологии у большинства пациентов с COVID-19 неинвазивная ИВЛ становится одним из основных методов респираторной поддержки, вытесняя инвазивную ИВЛ.

Неинвазивная ИВЛ показана при неэффективности низкопоточной и высокопоточной оксигенотерапии — см. рис. 104*а*.

Применение НИВЛ рекомендовано только при следующих условиях:

- Сохранность сознания, стабильная гемодинамика.
- Возможность сотрудничать с персоналом.
- Отсутствие клаустрофобии (при применении шлемов).
- Сохранность механизма откашливания мокроты.

НИВЛ не рекомендуется, если имеет место:

- Отсутствие самостоятельного дыхания (апноэ).
- Нестабильная гемодинамика (гипотензия, ишемия или инфаркт миокарда, жизнеугрожающая аритмия, неконтролируемая артериальная гипертензия).
- Невозможность обеспечить защиту дыхательных путей (нарушение кашля и глотания) и высокий риск аспирации.
- Избыточная бронхиальная секреция.
- Признаки нарушения сознания (возбуждение или угнетение сознания), неспособность пациента к сотрудничеству.
- Травма или ожог лица, анатомические дефекты, препятствующие установке маски.
- Неспособность пациента убрать маску с лица в случае рвоты.
- Активное кровотечение из желудочно-кишечного тракта.
- Обструкция верхних дыхательных путей.
- Дискомфорт от маски.

Для неинвазивной ИВЛ могут быть использованы специальные маски для НИВЛ (ороназальные и полнолицевые), а также шлемы (для CPAP и для НИВЛ, в зависимости от выбранного режима и типа контура аппарата).

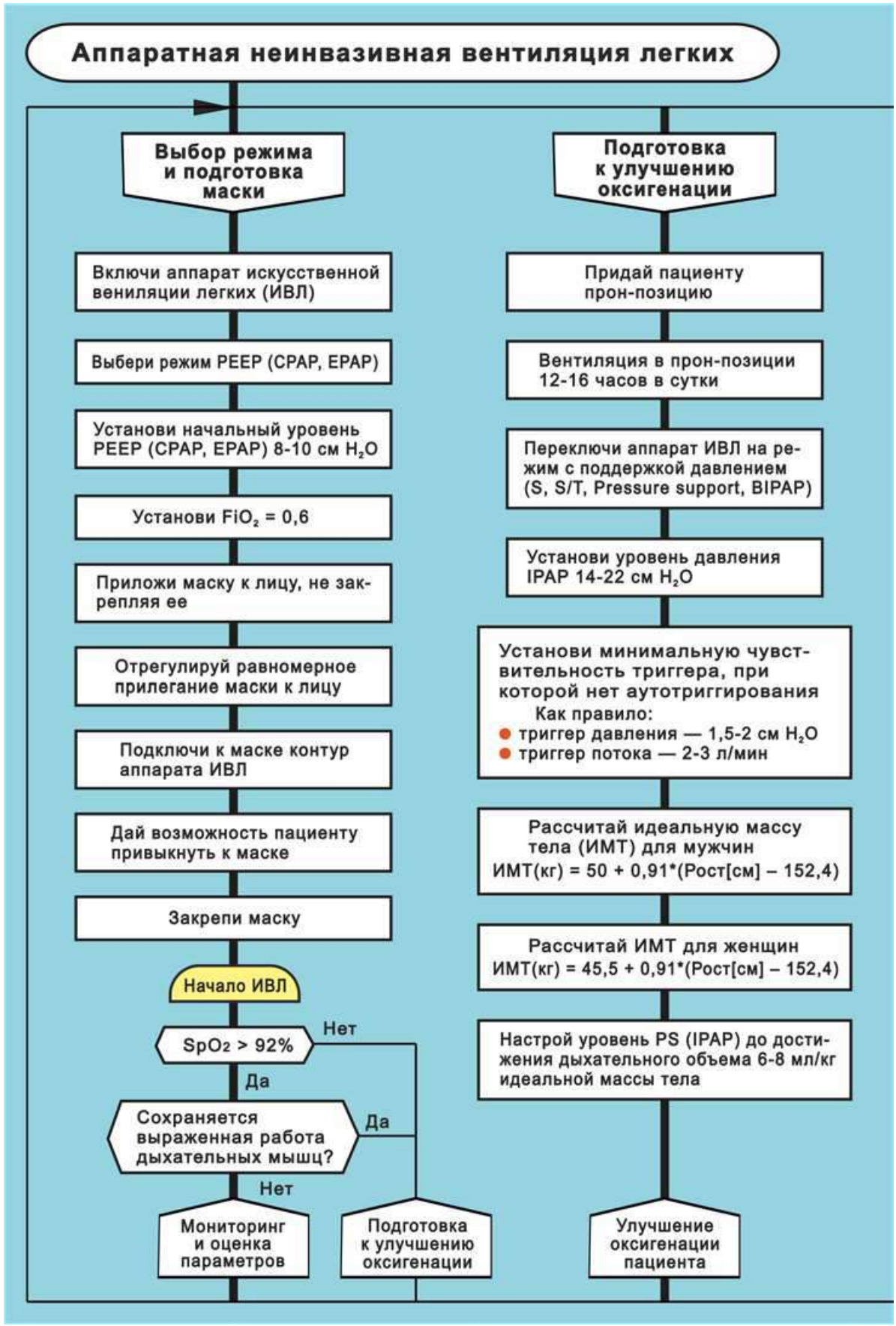


Рис. 98*а*. Алгоритм «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких»

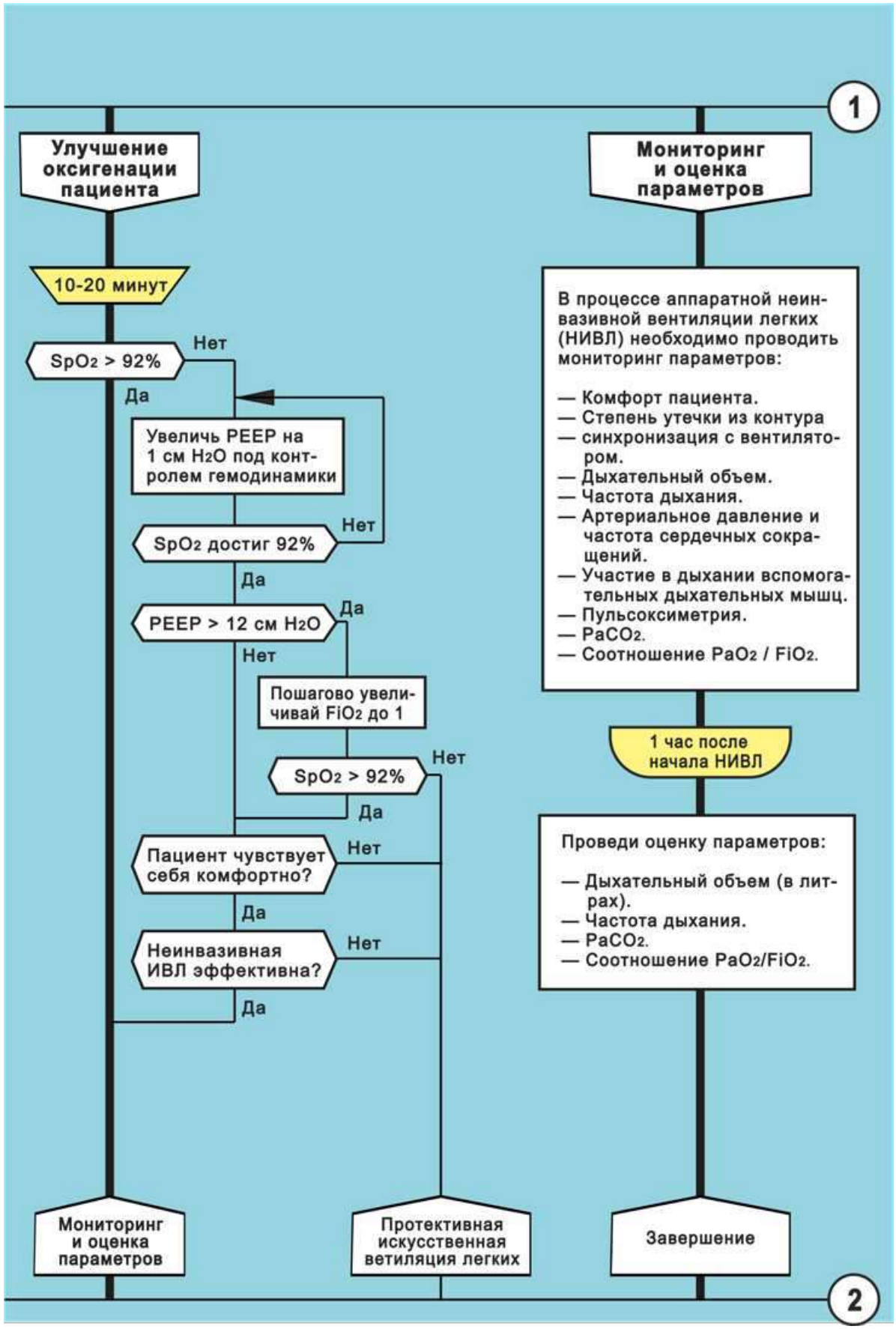


Рис. 98*б*. Алгоритм «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких»

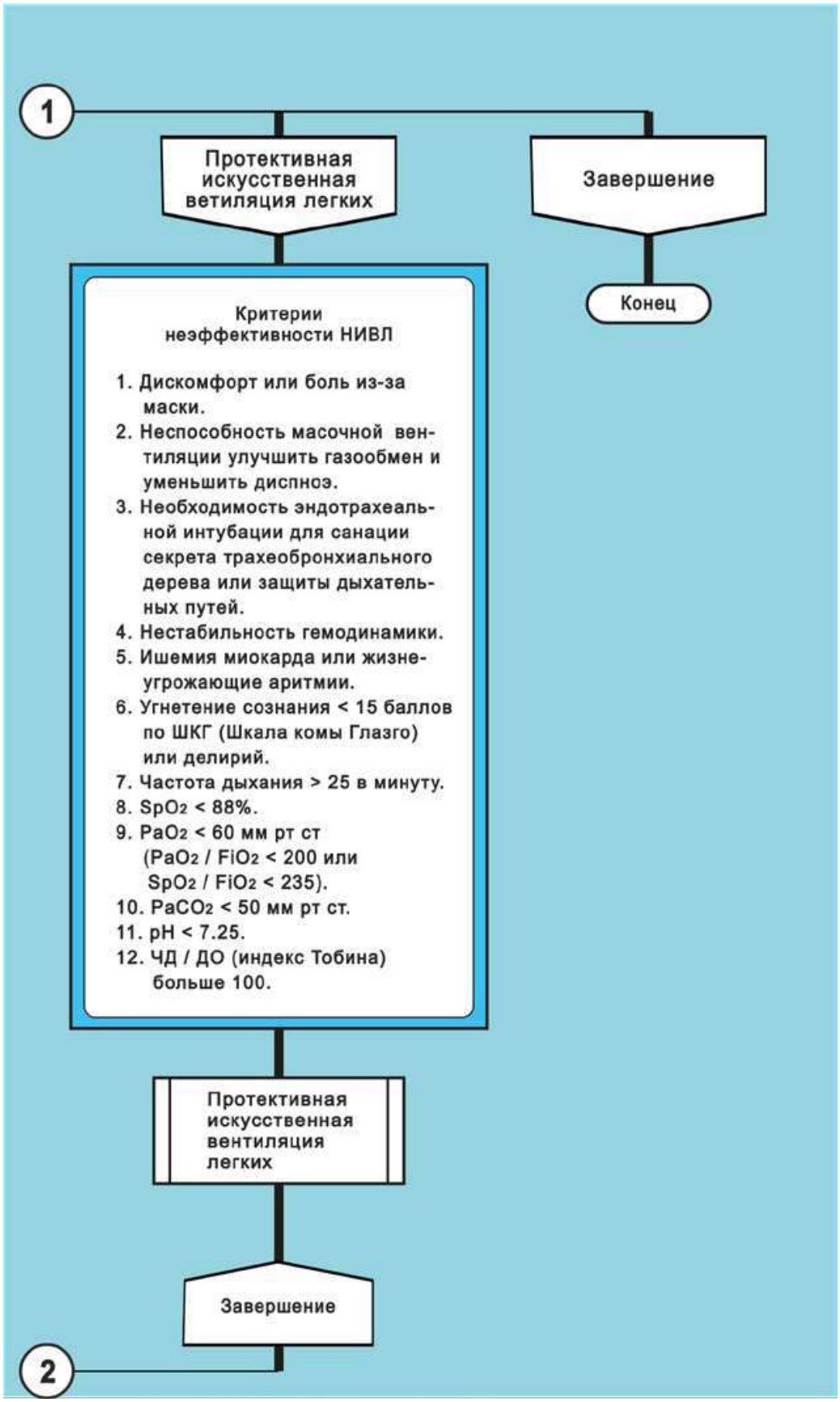


Рис. 98*в.* Алгоритм «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких» *(окончание)*

При использовании ороназальных и полнолицевых масок НИВЛ следует обратить внимание на следующие моменты:

- если применен стандартный аппарат ИВЛ с двухшланговым контуром и наличием клапана выдоха, то следует использовать невентилируемые маски (без утечки в «колене» маски);
- если применен специализированной аппарат для НИВЛ с одношланговым контуром, то при наличии порта выдоха в контуре используют маски с невентилируемым «коленом». При отсутствии такого порта применяют маски с вентилируемым «коленом»;
- оптимальная утечка составляет около 30 литров в минуту. При снижении утечки менее 7 литров в минуту следует ослабить маску. При утечке 30–60 литров в минуту надо плотно прикрепить маску. При утечке более 60 литров в минуту — сменить маску;
- следует подбирать оптимальный размер маски в соответствии с размером лица пациента, большинству взрослых пациентов подойдут маски размера M;
- при развитии пролежней от маски следует сменить маску на другой тип (ротация маски), например, ороназальную на полнолицевую. Для профилактики пролежней рекомендовано использовать ротацию масок и специальные гелевые адгезивные пластыри (протекторы).

При использовании шлемов для НИВЛ следует обращать внимание на соответствие между типом шлема, типом контура, выбранным режимом ИВЛ и типом аппарата ИВЛ.

Стартовым режимом НИВЛ является CPAP (EPAP) 8–10 см вод. ст. и инспираторная фракция кислорода 0,6 — см. рис. 98а. При сохранении на этом фоне выраженной работы дыхательных мышц шеи следует переключить аппарат на режим с поддержкой давлением (S, S/T, Pressure Support, BIPAP) с уровнем давления IPAP 14–22 см вод. ст. Далее нужно подобрать минимальное инспираторное давление, при котором сохраняется комфорт пациента и нет видимой работы дыхания пациента. Уровень FiO_2 следует подбирать на основе целевого значения оксигенации.

При проведении НИВЛ следует следить за величиной выдыхаемого дыхательного объема, которая не должна превышать при ороназальной и полнолицевой маске 9 мл/кг идеальной массы тела. При шлеме может быть на 50–75% выше ввиду высокой податливости и большого объёма мёртвого пространства шлема.

Высокие уровни PEEP/CPAP (больше 12 см вод. ст.) и/или PS (больше 20 см вод. ст.), несмотря на временное улучшение оксигенации, приводят к дискомфорту больного и снижению эффективности НИВЛ (рис. 98б).

Уменьшение диспноэ, как правило, достигается вскоре после настройки адекватного режима вентиляции, в то время как коррекция гиперкапнии и/или гипоксемии может требовать нескольких часов.

В первые часы вспомогательная неинвазивная вентиляция легких должна проводиться в постоянном режиме. Далее, после постепенного снижения респираторной поддержки, возможен переход на НИВЛ сеансами по 3–6 часов в день вплоть до полной ее отмены. При уменьшении степени поражения лёгких, снижения потребности в кислороде следует поэтапно снижать: сначала FiO_2, затем уровень инспираторного давления (IPAP, Pressure Support), затем уровень CPAP (EPAP).

При прогрессировании заболевания задержка интубации трахеи может приводить к ухудшению прогноза.

КРИТЕРИИ НЕЭФФЕКТИВНОСТИ НИВЛ

1. Дискомфорт или боль, вызванная маской.
2. Неспособность масочной вентиляции улучшить газообмен или уменьшить диспноэ.
3. Необходимость эндотрахеальной интубации для санации секрета трахеобронхиального дерева или защиты дыхательных путей.
4. Нестабильность гемодинамики.
5. Ишемия миокарда или жизнеугрожающие аритмии.
6. Угнетение сознания меньше 15 баллов по шкале комы Глазго или делирий.
7. Частота дыхания больше 25 раз в минуту.
8. Уровень насыщения крови кислородом SpO_2 меньше 88%.
9. $PaO_2 < 60$ мм. рт. ст. ($PaO_2/FiO_2 < 200$ или $SpO_2/FiO_2 < 235$).
10. $PaCO_2 > 50$ мм. рт. ст.
11. Показатель кислотности pH < 7.25.
12. Индекс Тобина (Частота дыхания/Дыхательный объем) больше 100.

АЛГОРИТМ «ПРОТЕКТИВНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ»

Алгоритм описывает процесс перевода пациента на протективную ИВЛ и подбор параметров вентиляции (рис. 99).

Интубация трахеи — это установка эндотрахеальной трубки с целью обеспечения проходимости дыхательных путей и проведения искусственной вентиляции легких.

Укажем показания для интубации трахеи (достаточно одного критерия):

- Гипоксемия (SpO_2 меньше 92%), несмотря на высокопоточную оксигенотерапию или НИВЛ в положении лежа на животе с FiO_2 100%.
- Усталость пациента на фоне высокопоточной оксигенации или НИВЛ в прон-позиции с $FiO_2 = 1,0$.
- Нарастание видимых экскурсий грудной клетки и/или участие вспомогательных дыхательных мышц, несмотря на

высокопоточную оксигенацию или НИВЛ в положении лежа на животе с FiO_2 = 1,0.

- Угнетение сознания или возбуждение.
- Остановка дыхания.
- Нестабильная гемодинамика (рис. 99а).

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА

При проведении интубации трахеи персоналу отделений анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии рекомендуется использовать средства индивидуальной защиты 3-го уровня:

- респираторы типа NIOSH-certified N95 или FFP3 классов защиты. В Европе стандарту N95 соответствует стандарт EN 149:2001+A1:2009 “Respiratory protective devices — Filtering half masks to protect against particles”. Можно использовать электроприводной воздухоочистительный респиратор с капюшоном (powered air-purifying respirator, PAPR);
- двойные перчатки — один комплект синих нитриловых перчаток (внутренняя перчатка) соответствующего размера и один комплект хирургических перчаток с длинными манжетами (внешняя перчатка) соответствующего размера;
- медицинская шапочка одноразовая;
- водонепроницаемый халат с длинным рукавом + фартук, или защитный комбинезон с капюшоном, или противочумный костюм;
- средства защиты глаз и кожи лица (полнолицевая защитная маска, защитный экран + защитные очки закрытого типа);
- обувь, непроницаемая для жидкостей, с возможностью дезинфекции, бахилы.

Ассистенты при выполнении данных процедур должны надевать респираторы N95, FFP3 или аналогичные, шапочки, водонепроницаемый халат с длинным рукавом, средства защиты глаз и двойные перчатки.

Рекомендуется планировать интубацию трахеи заранее, поскольку необходимо время для сбора команды и надевания средств индивидуальной защиты.

Необходимо минимизировать число участников процедуры интубации трахеи. Все потенциально необходимые специалисты, не участвующие в интубации с самого ее начала, должны находиться в готовности в другом помещении с надетыми средствами индивидуальной защиты.

Выполнять интубацию трахеи пациентам с COVID-19 рекомендуется анестезиологу-реаниматологу, обладающему наибольшим опытом работы, чтобы свести к минимуму количество попыток и риск передачи инфекции.

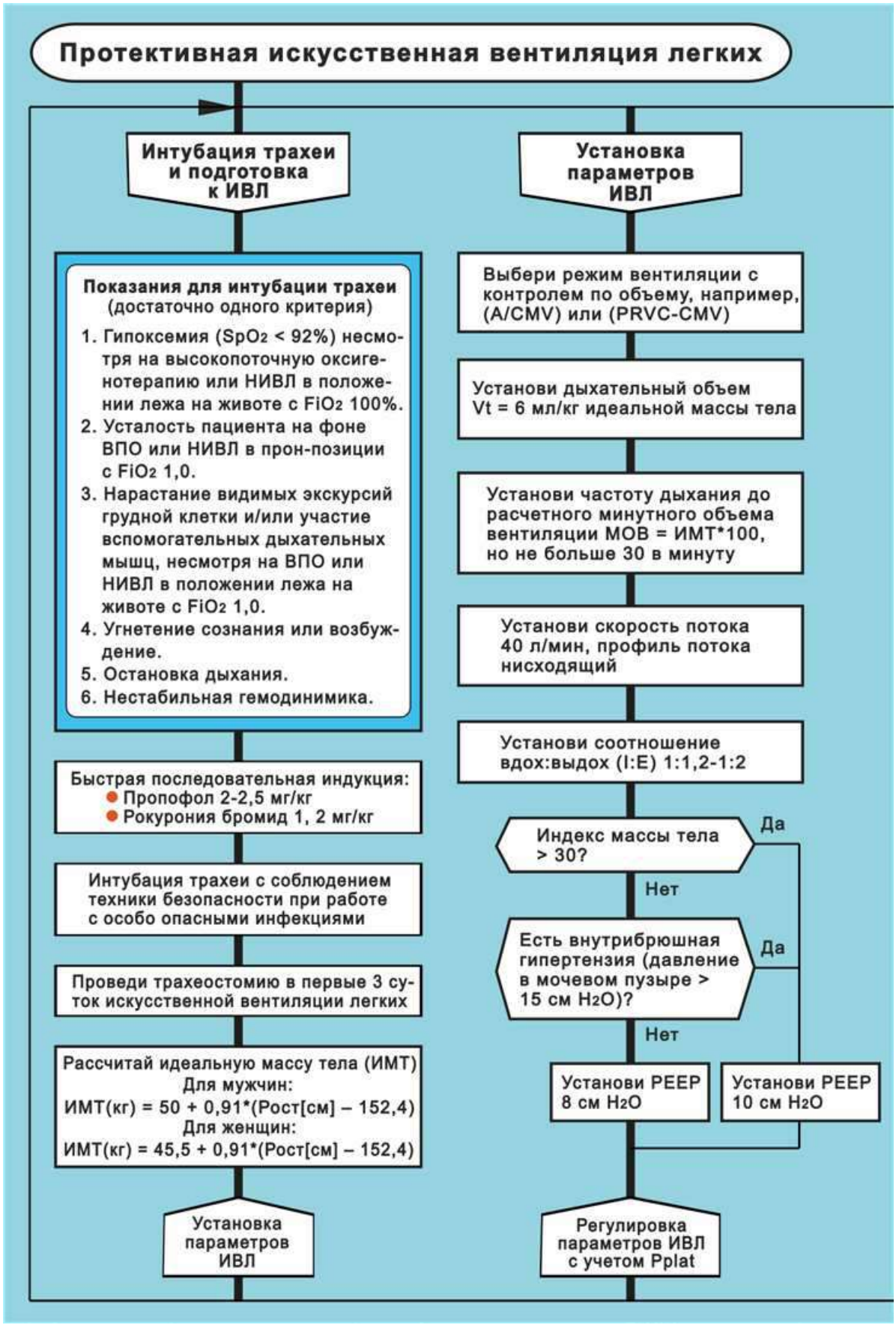


Рис. 99*а*. Алгоритм «Протективная искусственная вентиляция легких»

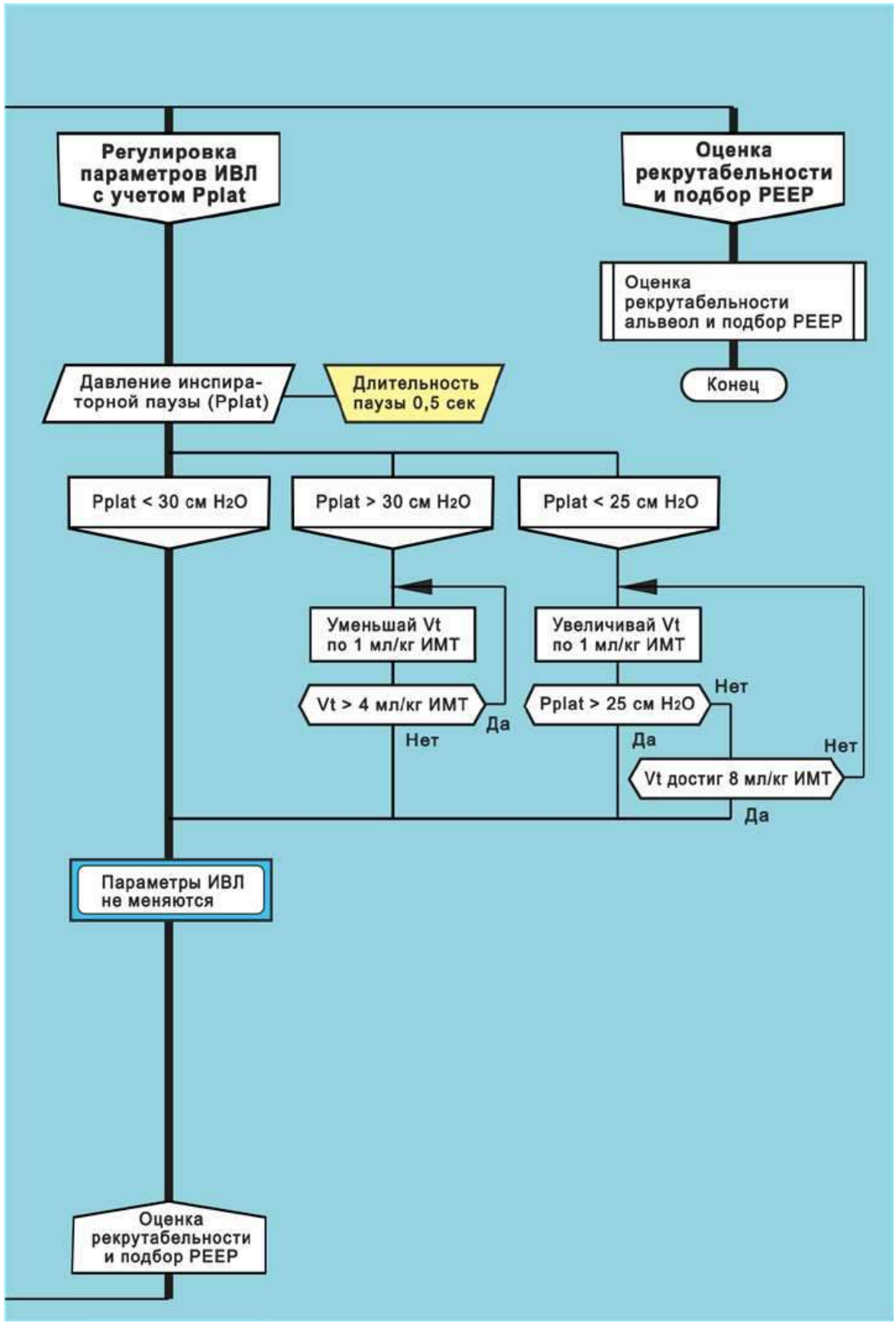


Рис. 99*б*. Алгоритм «Протективная искусственная вентиляция легких» *(окончание)*

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА

У пациентов с прогрессирующими нарушениями газообмена, которым уже проводится высокопоточная оксигенация через назальные канюли, неинвазивная вентиляция, рекомендуется их применение как самостоятельного метода преоксигенации или в комбинации с другими методами оксигенации во время подготовки к интубации.

У пациентов с новой коронавирусной инфекцией (НКИ) без прогрессирующих нарушений газообмена, которым выполнение интубации и перевод на ИВЛ показаны в связи с иными причинами (нарушения сознания, риск обструкции ВДП и т. д.), рекомендуется проводить предварительную оксигенацию по стандартной методике 100% кислородом с потоком не более 10 литров в минуту в положении с приподнятым головным концом кровати на 45 градусов, с использованием тщательно подобранной и герметично прижатой лицевой маски, соединенной с респиратором.

Рекомендуется проводить преоксигенацию не менее 5 минут или до достижения максимально возможного уровня EtO_2 (оптимально выше 90 %) и SpO_2.

У всех пациентов с COVID-19 или подозрением на COVID-19 при отсутствии прогнозируемых «трудных дыхательных путей» рекомендуется применять методику быстрой последовательной индукции.

Выбор гипнотика следует осуществлять с учетом состояния пациента (кетамин, пропофол, бензодиазепины), дозы миорелаксантов составляют 1,5–2 мг/кг для сукцинилхолина или 1,2 мг/кг для рокурониума. Рокурониум является препаратом выбора вследствие низкого риска развития кашля и образования аэрозоля. Необходимо строго контролировать время от введения миорелаксантов до развития тотальной миоплегии (при наличии — с помощью нервно-мышечного мониторинга). Это нужно для минимизации развития кашля на фоне преждевременных попыток ларингоскопии или десатурации на фоне необоснованно затянувшейся паузы апноэ. При нестабильной гемодинамике рекомендуется обеспечить вазопрессорную поддержку до начала индукции. При наличии высокого риска аспирации следует применять прием Селлика, учитывая риск развития кашля в ответ на преждевременное увеличение давления на перстневидный хрящ.

После выключения сознания следует проводить апнейстическую оксигенацию через плотно прижатую лицевую маску с потоком не выше 6 литров в минуту либо продолжать применение методов, использованных для преоксигенации. Проведение ИВЛ во время индукции следует минимизировать, использовать лишь при риске развития десатурации (SpO2 < 92 %). Следует применять VE-метод прижатия лицевой маски, использовать сниженное давление в дыхательных путях, своевременно применять орофарингеальные воздуховоды.

Инвазивная ИВЛ при терапии COVID-ассоциированной острой дыхательной недостаточности применяется в случае неэффективности неинвазивной ИВЛ или недоступности последней.

ИВЛ направлена не только на обеспечение адекватного газообмена, стабилизацию коллабированных (от слова коллапс) альвеол, но и на минимизацию потенциального индуцированного пациентом или ятрогенного повреждения легких.

При применении инвазивной ИВЛ при неэффективности неинвазивной ИВЛ следует иметь в виду, что в большинстве случаев применение вспомогательных режимов ИВЛ на фоне ясного сознания или умеренной седации после интубации трахеи может усиливать повреждение лёгких. Поэтому в первые несколько часов после интубации трахеи следует использовать полностью управляемые режимы ИВЛ на фоне глубокой седации и/или миоплегии (рис. 99а).

При ИВЛ у пациентов с COVID-19 рекомендован дыхательный объем 6 мл/кг идеальной массы тела. Применение дыхательного объёма более 6 мл/кг ИМТ ведет к росту осложнений и летальности. Для предупреждения повреждения легких во время проведения ИВЛ необходимо предотвращать избыточное повышение давления в альвеолах (баротравму легких), поступление избыточного объема воздуха в легких (волюмотравму) и повторение циклов закрытия–раскрытия альвеол (ателектотравму). Указанные принципы составляют основу лечебной доктрины, называемой «открытыми отдыхающими легкими» («open lung rest»). В многочисленных экспериментальных и клинических работах показано, что невнимание к этим факторам приводит к прогрессированию дисфункции легких и развитию не только дыхательной, но и полиорганной недостаточности из-за выброса из альвеолоцитов повреждающих медиаторов воспаления. Цепь описываемых событий имеет название биотравмы. Для предупреждения баротравмы альвеолярное давление должно быть ограничено величиной 30 см вод. ст. Если у пациента нет проблем с податливостью грудной клетки, то величина давления плато в дыхательных путях соответствует альвеолярному давлению. Поэтому при проведении ИВЛ стараются не превышать давление плато более чем 30 см вод. ст. Для ограничения давления плато при снижении податливости легких приходится уменьшать вводимый дыхательный объем (рис. 99б).

Проведение «безопасной» ИВЛ возможно в режимах как с управляемым давлением (PC), так и с управляемым объемом (VC). При этом желательно использовать нисходящую форму инспираторного потока, обеспечивающую лучшее распределение газа в легких и меньшее давление в дыхательных путях. Мы начинаем ИВЛ с режима управления по объему, так как на данном режиме проще подобрать PEEP в рамках протективной вентиляции. После подбора PEEP можно перейти в любой комфортный для пациента режим с учетом дыхательного объема в пределах 4–8 мл/кг идеальной массы тела.

У пациентов с PaO_2/FiO_2 выше 150 мм рт. ст. при реверсии миоплегии рекомендовано, при технической возможности и отсутствии патологических ритмов дыхания, перейти на полностью вспомогательный режим вентиляции (в большинстве аппаратов – PSV) для улучшения распределения газа, профилактики ателектазирования и атрофии диафрагмы.

У пациентов с COVID-19 при проведении ИВЛ рекомендовано использовать PEEP в зависимости от рекрутабельности альвеол и риска образования ателектазов. У пациентов с COVID-19 отмечена невысокая рекрутабельность альвеол, стартовая величина эффективного и безопасного PEEP составляет 8–10 см вод. ст.

У пациентов с ОРДС и внутрибрюшной гипертензией (давление в мочевом пузыре более 15 мм рт. ст.) рекомендовано установить PEEP не ниже 10 мбар для предотвращения ателектазирования лёгких.

У пациентов с ОРДС и индексом массы тела выше 30 кг/м^2 рекомендовано установить PEEP не ниже 10–12 мбар, а при сочетании высокой рекрутабельности и индекса массы тела выше 40 кг/м2 величина PEEP может составлять до 24 мбар, так как это приводит к уменьшению ателектазирования лёгких, улучшению оксигенации и вероятному снижению летальности.

У пациентов с ОРДС вследствие COVID-19 при проведении ИВЛ рекомендовано использовать неинвертированное соотношение вдоха к выдоху для более равномерного распределения газа в легких и снижения отрицательного влияния ИВЛ на постнагрузку правого желудочка. Рутинное применение инверсного соотношения вдоха к выдоху (более 1 к 1,2) не рекомендовано, при этом необходимо избегать неполного выдоха (экспираторный поток перед началом вдоха аппарата должен достигать нуля). Следует регулировать частоту дыхания для достижения нормокапнии, но не более 30 раз в минуту. Для вдоха достаточно времени 0,8–1,2 секунд (рис. 99а).

При ИВЛ у пациентов с COVID-19 рекомендовано положение лежа на животе в течение не менее 16 часов в сутки для улучшения оксигенации и возможного снижения летальности. Пациента следует положить на живот, предварительно подложив валики под грудную клетку и таз, а также подушку для лица (желательно использовать специальные подушки для прон-позиции) с таким расчетом, чтобы живот не оказывал избыточного давления на диафрагму, а также не создавались условия для развития пролежней лица (рис. 99б).

При выраженном ожирении вместо прон-позиции при проведении ИВЛ предпочтительно положение лежа на боку со сменой стороны несколько раз в сутки.

Осложнения при вентиляции в положении лежа на животе таковы:

- Перегибы и дислокации интубационных трубок и венозных катетеров.
- Трудность выполнения сердечно-легочной реанимации.
- Развитие невритов периферических нервов верхних конечностей.
- Повреждение носа и глаз – лицевой и периорбитальный отек – развивается почти в 100% случаев; кератоконьюктивит, требующий лечения, развивается у 20% пациентов.
- В прон-позиции затруднены санация полости рта и трахеи, обработка глаз, лица.

- Критерий прекращения прон-позиции: увеличение PaO2/FiO2 больше 200 мм рт. ст. при PEEP меньше 10 см вод. ст., сохраняющееся больше 4 часов после последнего сеанса прон-позиции.

КОЛЛАПС АЛЬВЕОЛ И МАНЕВР МОБИЛИЗАЦИИ АЛЬВЕОЛ

Альвео́ла (лат. alveolus «ячейка, углубление, пузырёк») — концевая часть дыхательного аппарата в форме пузырька, открывающегося в просвет респираторных бронхиол, составляющих респираторные отделы в лёгком. Альвеолы участвуют в акте дыхания, осуществляя газообмен с лёгочными капиллярами.

Вентиляция альвеол заключается в регулярном обновлении альвеолярных газов в соответствии с потребностями организма. Каждую минуту в альвеолярное пространство у человека в состоянии покоя входит 4,5–5 литров воздуха, благодаря чему и обновляется газовый состав альвеол.

Вентиляция альвеол может нарушаться при поражении легочной ткани и воздухоносных путей. В результате патологического процесса может произойти слипание (коллапс) альвеол. При остром респираторным дистресс-синдроме часть альвеол находится в «слипшемся» состоянии и не участвует в газообмене.

Слипшиеся (коллабированные) альвеолы можно расправить с помощью приема мобилизации (рекрутирования) альвеол. Рекрутирование альвеол — это кратковременное повышение давления и объема в респираторной системе для открытия коллабированных альвеол.

Заметим, что PEEP есть положительного давление конца выдоха (ПДКВ). Рекрутирование — это такой маневр управления аппаратом ИВЛ, при котором за счет правильного подбора давления на вдохе, длительности вдоха и повышения ПДКВ (PEEP) добиваются расправления слипшихся альвеол. После завершения рекрутирования для поддержания альвеол в расправленном состоянии ИВЛ продолжается с использованием PEEP.

АЛГОРИТМ «ОЦЕНКА РЕКРУТАБЕЛЬНОСТИ АЛЬВЕОЛ И ПОДБОР PEEP»

Исходя из диагноза, сроков развития ОРДС и внешних факторов, способствующих коллапсу альвеол, следует выделить пациентов с высоким и низким потенциалом рекрутирования [52] [53] [54] [55] (рис. 100).

Высокий потенциал рекрутирования характерен для:

- непрямого повреждения легких [56] [57] [58];
- гомогенного повреждения по данным компьютерной томографии легких с преобладанием затемнений по типу «матового стекла» [59];

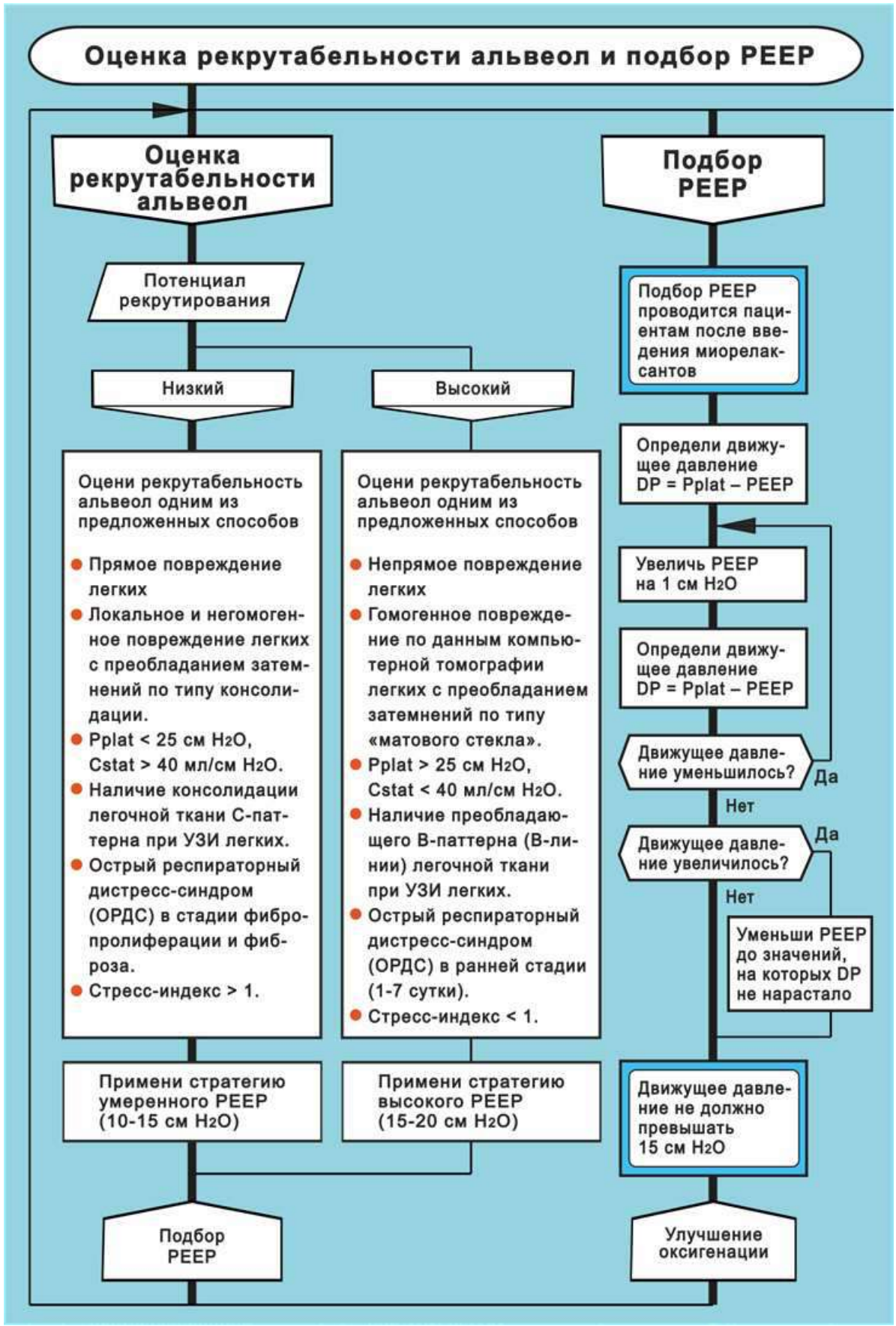


Рис. 100*а*. Алгоритм «Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP»

Рис. 100*б*. Алгоритм «Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP» *(окончание)*

- значительно сниженной статической податливости респираторной системы (давление плато более 25 мбар);
- наличии преобладающего B-паттерна (B-линии) лёгочной ткани при ультразвуковом исследовании легких;
- ОРДС в ранней стадии (1–7 сутки) [60].

Низкий потенциал рекрутирования характерен для:

- прямого повреждения легких;
- локального или негомогенного повреждения легочной ткани (ателектазы, пневмония) по данным компьютерной томографии легких;
- гомогенного повреждения по данным компьютерной томографии легких с преобладанием затемнений по типу «консолидации» с симптомом воздушной бронхограммы (бактериальная пневмония, вирусная пневмония);
- нормальной или умеренно статической податливости респираторной системы (давление плато менее 25 мбар);
- очагов консолидации легочной ткани (C-паттерн) при ультразвуковом исследовании легких;
- ОРДС в стадии фибропролиферации и фиброза.

Пациенты с непрямым повреждением легких в ранней стадии ОРДС (1–7 дни) чаще всего имеют хороший потенциал для рекрутирования альвеол. При непрямом повреждении легких величина оптимального PEEP чаще выше, чем при прямом повреждении [56].

Факторы, способствующие коллапсу альвеол извне, включают давление органов средостения, внутрибрюшное давление, внесосудистую воду легких, ожирение [61] [62] [63].

У пациентов с ОРДС рекомендована оценка клинических критериев рекрутабельности альвеол для принятия решения о потенциальной эффективности и безопасности применения маневров рекрутирования альвеол и/или протокола настройки PEEP.

У пациентов с COVID-19 при проведении ИВЛ рекомендовано использовать PEEP в зависимости от рекрутабельности альвеол и риска образования ателектазов. У пациентов с COVID-19 отмечена невысокая рекрутабельность альвеол, стартовая величина эффективного и безопасного PEEP составляет 8–10 см вод. ст.

Для оценки рекрутабельности рекомендовано оценивать разницу между давлением плато и PEEP («движущее» давление) или статическую податливость респираторной системы. Уменьшение величины «движущего» давления в ответ на увеличение PEEP свидетельствует об рекрутировании коллабированных (слипшихся) альвеол, а увеличение его – о перераздувании уже открытых альвеол (рис. 100а).

Самым доступным инструментальным методом оценки рекрутабельности является оценка давления плато и, соответственно, статической податливости респираторной системы (Cstat) а также динамическая оценка «движущего» давления лёгких.

Снижение статической податливости респираторной системы менее 30 мл/мбар часто свидетельствует о гомогенном повреждении лёгких [64] и, в сочетании с непрямым механизмом повреждения лёгких, может соответствовать высокой рекрутабельности альвеол. Статическую податливость респираторной системы рассчитывают по формуле:

$$Cstat = Vt / (Pplat – PEEP)$$

Увеличение статической податливости респираторной системы в процессе увеличения PEEP или проведения маневров рекрутирования альвеол свидетельствует о рекрутабельности альвеол. Метаанализ РКИ (рандомизированное контролируемое исследование) по применению ИВЛ у пациентов с ОРДС подтвердил это и продемонстрировал, что оценка аналога статической податливости респираторной системы («движущего» давления) при изменении уровня PEEP позволяет оценить рекрутабельность альвеол [65].

«Движущее» давление легких DP рассчитывают по формуле (рис.100б):

$$DP = Pplat – PEEP$$

АЛГОРИТМ «УЛУЧШЕНИЕ ОКСИГЕНАЦИИ ПАЦИЕНТА»

Алгоритм описывает варианты улучшения оксигенации увеличением FiO_2, порядок перехода на вспомогательные режимы вентиляции и устранение дискомфорта пациента при ИВЛ (рис. 101).

У пациентов с ОРДС лёгкой и средней степени тяжести рекомендовано применение режимов полностью вспомогательной вентиляции (без заданных аппаратных вдохов, где параметры аппаратного вдоха полностью заданы врачом). Это приводит к лучшей вентиляции базальных отделов легких, предотвращению атрофии респираторных мышц, более равномерному распределению газа, сокращению длительности респираторной поддержки и частоты развития вентилятор-ассоциированной пневмонии [66] [67].

К режимам полностью вспомогательной вентиляции относятся:

- вентиляция с поддержкой инспираторного давления (PSV — Pressure Support Ventilation);
- адаптивная поддерживающая вентиляция (ASV — adaptive support ventilation);
- пропорциональная вспомогательная вентиляция (PAV, PAV+ — proportional assist ventilation);
- вентиляция с пропорциональной поддержкой инспираторного давления (PPS — proportional pressure support ventilation, PPV — proportional pressure ventilation);
- спонтанная триггерная вентиляция (S/T — spontaneous/triggered ventilation) [68].

Бездействие диафрагмы при применении управляемой вентиляции приводит к ее атрофии, которая у пациентов в критических состояниях и так подвергается выраженному катаболизму [69] [70] [71] [72].

Таким образом, при применении управляемых режимов респираторной поддержки у пациентов с ОРДС лёгкой и средней степени тяжести следует как можно быстрее перейти к режимам вспомогательной вентиляции.

Основой всех вспомогательных режимов респираторной поддержки остаётся Pressure Support Ventilation. В обсервационных исследованиях продемонстрировано, что усовершенствованные варианты PSV (например, PAV+) могут улучшать синхронизацию пациента с вентилятором и уменьшать работу дыхания пациента [73] [74].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАСТРОЙКЕ PSV

1. При переходе от управляемого режима к режиму поддержки давлением:
   - оставь текущий уровень PEEP и FiO_2, чувствительность инспираторного триггера;
   - установи уровень поддержки давления (PS) на 2 мбар выше давления плато в режимах с управляемым объемом.
2. Настрой величину PS на основании частоты дыхания пациента и величину дыхательного объема до достижения целевого значения (6–8 мл/кг идеальной массы тела), обеспечь частоту дыхания не более 35 раз в минуту (рис. 101а).

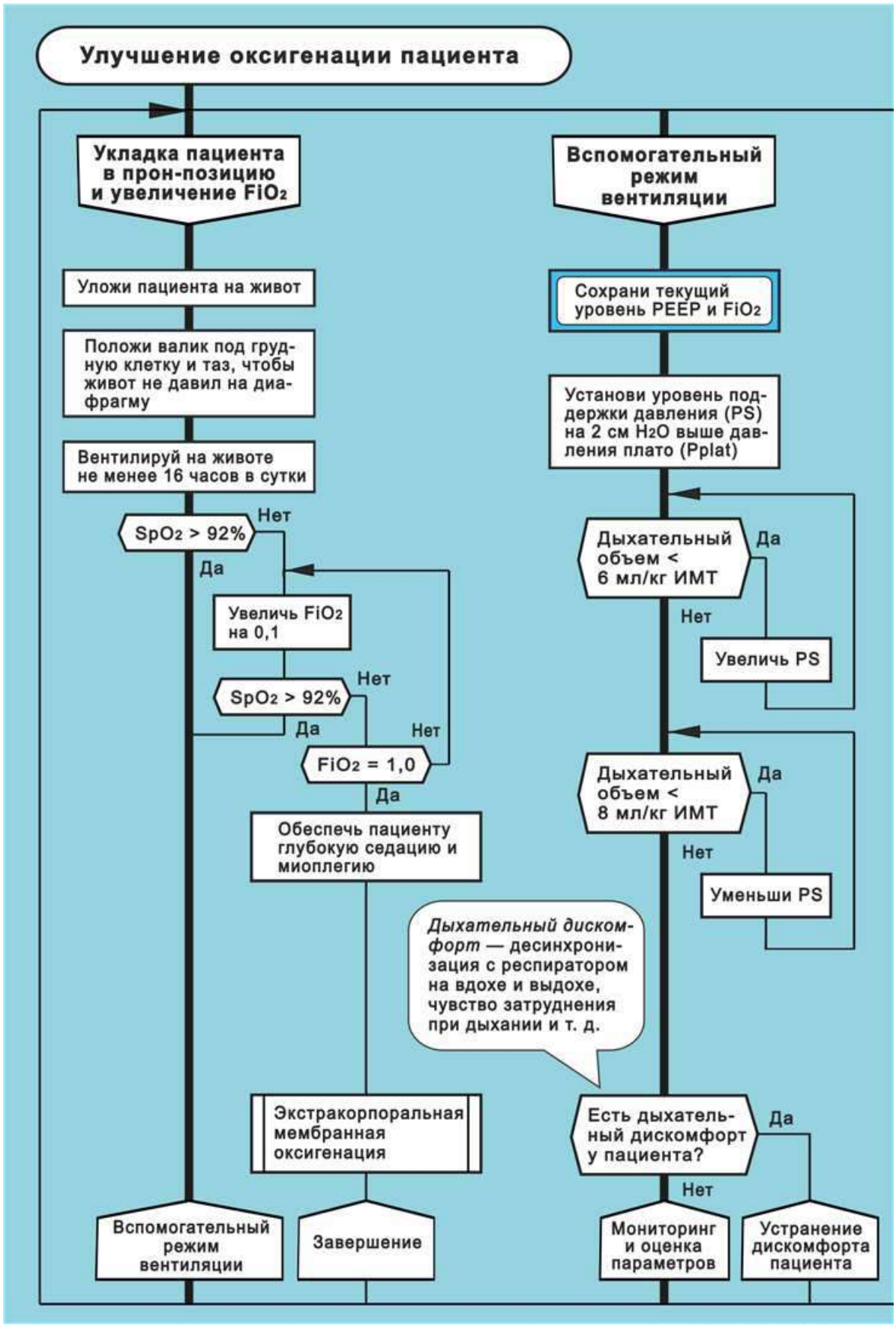


Рис. 101*а*. Алгоритм «Улучшение оксигенации пациента»

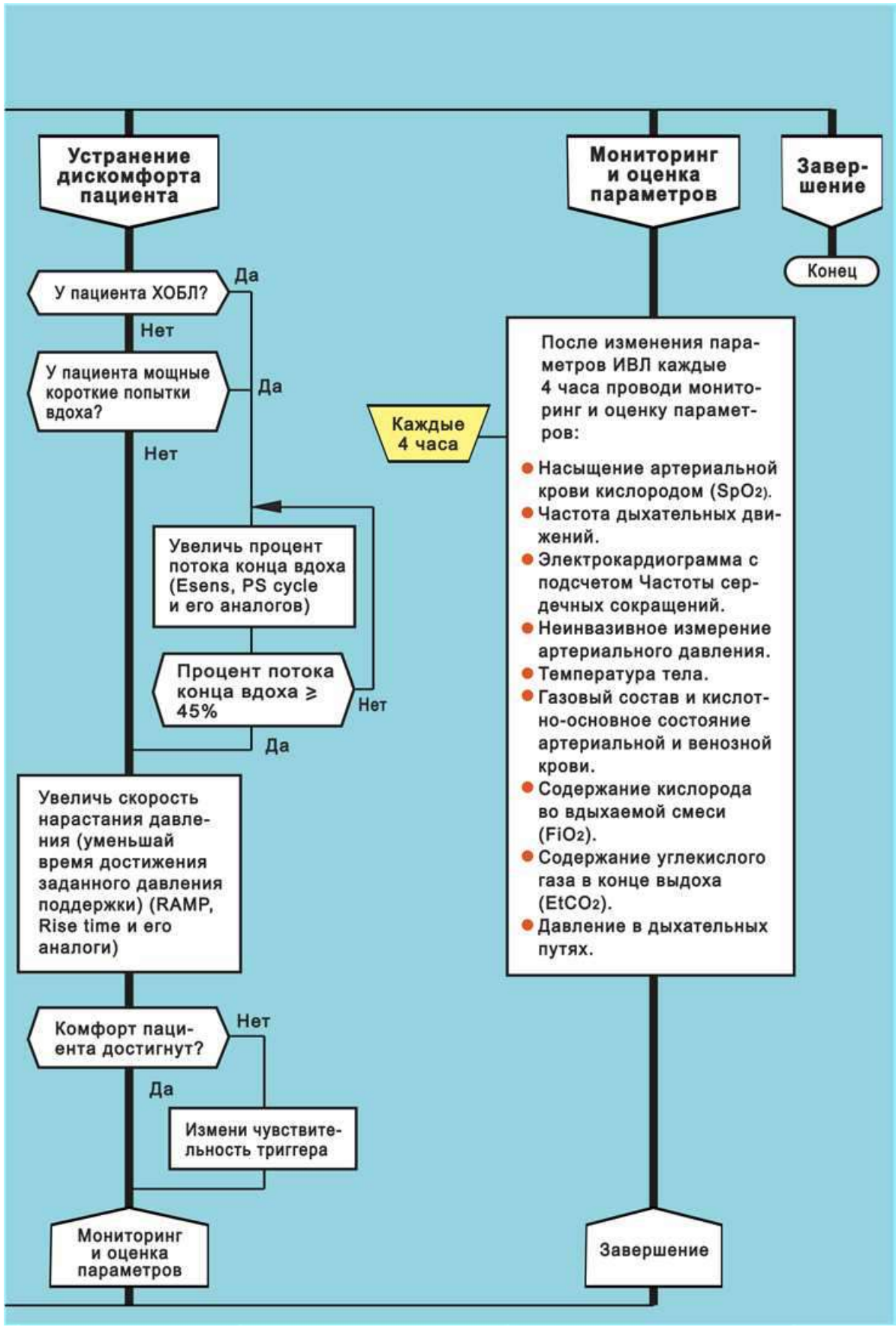


Рис. 101*б*. Алгоритм «Улучшение оксигенации пациента» *(окончание)*

3. При сохранении дискомфорта пациента на фоне целевых значений дыхательного объема, частоты дыхания и газообмена следует [75]:
    - Увеличить скорость нарастания давления (уменьшить время достижения заданного давления поддержки) (RAMP, Rise Time и его аналоги).
    - Если у пациента увеличено сопротивление дыхательных путей (например, вследствие хронической обструктивной болезни легких) или мощные короткие попытки вдоха, следует увеличить процент потока конца вдоха (Esens, PS cycle и его аналогов) с автоматически установленного (как правило, 25%) до 45%. Далее отрегулируй чувствительность инспираторного и экспираторного триггеров.
4. Возможен случай, когда режим PS неэффективен (частота дыхания более 35 раз в минуту, Vt менее 6 мл/кг идеальной массы тела, f/Vt более 105, $PaCO_2$ менее 30 мм рт. ст., дыхательный дискомфорт, «борьба с респиратором»). В таком случае вернись к предшествующим установкам принудительной вентиляции и попробуй повторить алгоритм на следующее утро (рис. 101б).

При проведении ИВЛ пациентам с индексом PaO_2/FiO_2 больше 200 мм рт. ст. используют «легкий» уровень седации (-1…-2 балла по Ричмондской шкале ажитации и седации RASS). Такая стратегия уменьшает длительность респираторной поддержки и улучшает исход. Желательно также избегать применения для седации бензодиазепинов.

У пациентов с PaO_2 / FiO_2 меньше 120 мм рт. ст. на фоне PEEP больше 5 см вод. ст. рекомендовано использовать нейромышечную блокаду, но только в первые 48 часов после интубации, что может приводить к уменьшению вентилятор-ассоциированного повреждения легких и снижению летальности. Рутинно применять миорелаксанты для синхронизации с аппаратом не следует.

АЛГОРИТМ «ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНАЯ МЕМБРАННАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ»

Алгоритм описывает показания и противопоказания для проведения экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), а также процесс принятия решения (рис. 102).

ЭКМО проводится в отделениях с опытом использования данной технологии и специалистами, владеющими техникой канюляции магистральных сосудов и настройкой ЭКМО. Решение о применении ЭКМО должно приниматься только после неэффективного использования всего арсенала стандартной терапии, в том числе ИВЛ и прон-позиционирования (положение на животе).

Успех применения методики во многом определяет эффективная патогенетическая терапия, профилактика и лечение бактериальных и/или грибковых осложнений, оценка перспектив восстановления функции легких, а также определение противопоказаний.

Большинство противопоказаний не являются абсолютными и, несомненно, использование ЭКМО у пациента даже в критическом состоянии с наличием некоторых противопоказаний устраняет гипоксию и дает шанс на выздоровление.

Показанием к вено-венозной ЭКМО является результат в 3 балла и более при суммировании нижеперечисленных показателей:

- Полисегментарная пневмония КТ 3–4, (1 балл).
- PO_2/FiO_2 < 100 более 12 часов (1 балл).
- PO_2/FiO_2 < 80 более 6 часов (2 балла).
- PCO_2 > 60 мм рт. ст. более 12 часов (2 балла) [76] (рис. 102а).

При условии протективной вентиляции легких ПДКВ>10 см вод. ст., дыхательный объем 4–6 мл/кг, пиковое давление в дыхательных путях <32 см H_2O, использовано положение пациента лежа на животе, а также устранены другие причины гипоксемии и/или гиперкапнии [77] [78] (рис. 102а)

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ЭКМО

- Возраст ≥ 65 лет.
- Индекс массы тела ≥ 40 кг/м^2.
- Искусственная вентиляция легких более 5 суток.
- Полиорганная недостаточность (оценка по шкале SOFA >12 баллов).
- Геморрагический инсульт.
- Активное кровотечение, невозможность проведения антикоагулянтной терапии.
- Невозможность осуществить сосудистый доступ.
- Тяжелое повреждение центральной нервной системы (оценка по шкале Глазго <5 баллов) — см. рис. 102б.

АЛГОРИТМ «ПРЕКРАЩЕНИЕ РЕСПИРАТОРНОЙ ТЕРАПИИ»

Алгоритм описывает порядок оценки готовности пациента к прекращению респираторной терапии и ее прекращение (рис. 103):

Рекомендовано продлевать респираторную поддержку до 14 суток и более даже при положительной динамике оксигенирующей функции легких, так как при COVID-19 возможно повторное ухудшение течения ОРДС; средняя длительность ИВЛ у выживших 14–21 суток.

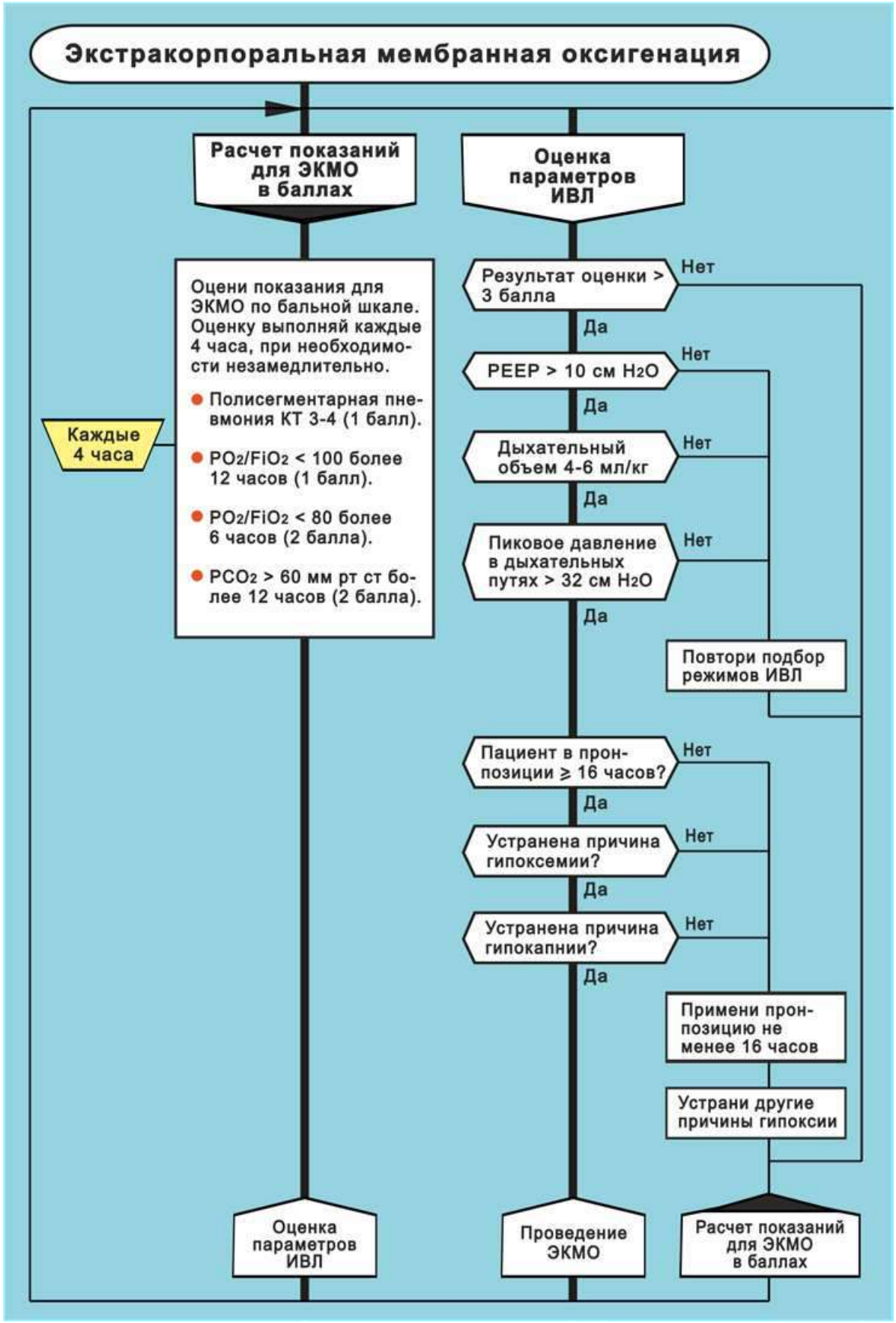


Рис. 102*а*. Алгоритм «Экстракорпоральная мембранная оксигенация»

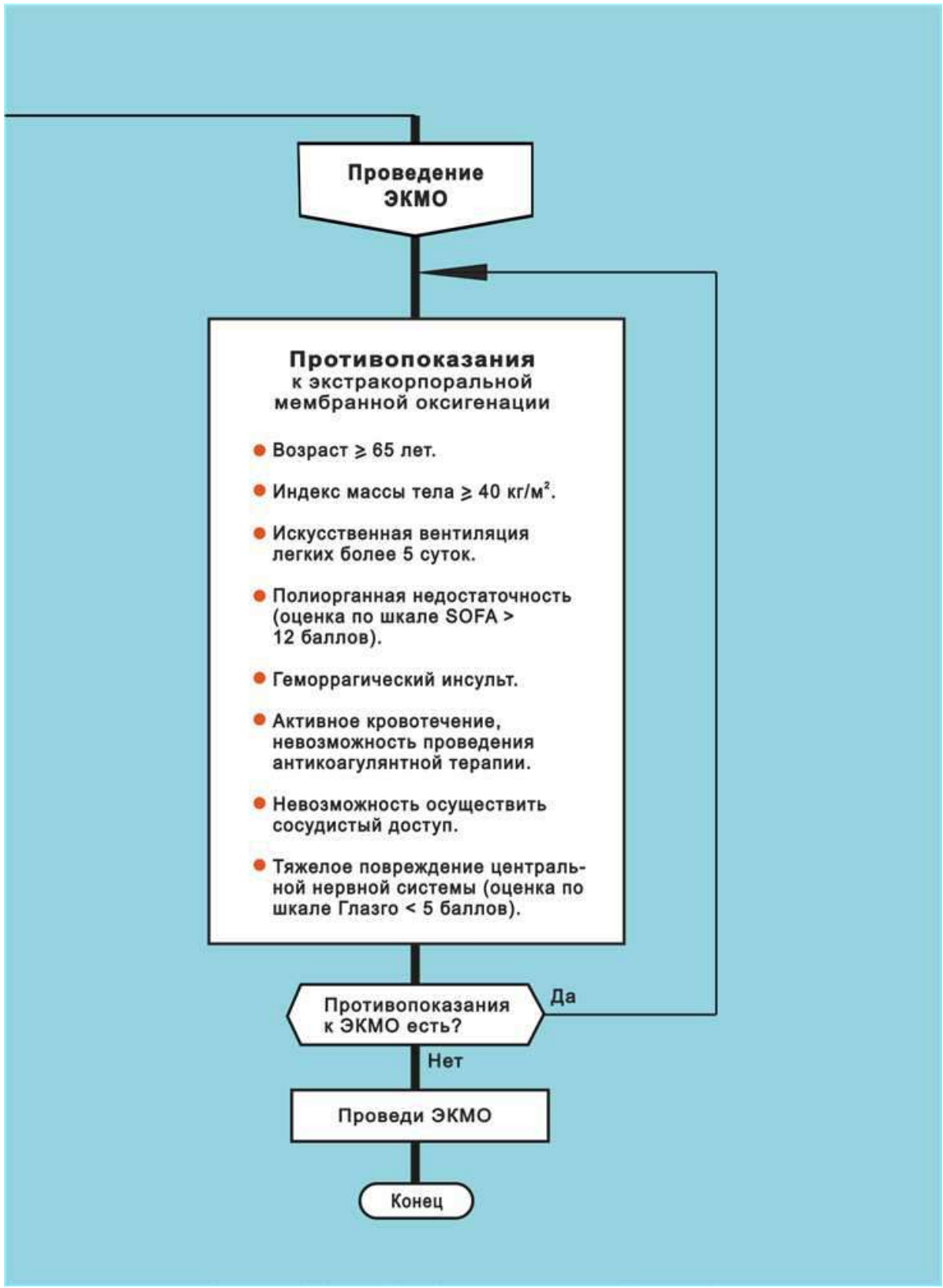


Рис. 102*б*. Алгоритм «Экстракорпоральная мембранная оксигенация» *(окончание)*

Для улучшения исходов и уменьшения продолжительности респираторной поддержки рекомендуют использовать общие и респираторные критерии готовности к ее прекращению [79] [80] [81] [82] [83] [84].

Укажем основные респираторные критерии:

- PaO_2/FiO_2 >300 мм рт. ст, то есть SpO_2 при вдыхании воздуха 90% и более.
- Восстановление кашлевого рефлекса и кашлевого толчка.
- Отсутствие бронхореи.
- Индекс Тобина f/Vt <105.

Дополнительные респираторные критерии:

- Статическая податливость респираторной системы >35 мл/см вод. ст.
- Сопротивление дыхательных путей <10 см вод. ст./л/с.
- Отрицательное давление при вдохе менее –20 см вод. ст.
- Давление окклюзии контура на вдохе за первые 100 мс (P0,1) 1–3 см вод. ст.
- Уменьшение инфильтрации на рентгенограмме и/или компьютерной томограмме грудной клетки.

Общие критерии готовности к прекращению респираторной поддержки:

- Отсутствие угнетения сознания и патологических ритмов дыхания.
- Полное окончание действия миорелаксантов и других препаратов, угнетающих дыхание.
- Отсутствие признаков шока (мраморность кожи, белое пятно >3 с, холодные конечности), жизнеопасных нарушений ритма, стабильность гемодинамики.

Для начала прекращения респираторной поддержки обязательно наличие всех основных респираторных и общих критериев готовности к прекращению респираторной поддержки.

В процессе перехода от ИВЛ с PEEP и высокой FiO_2 к самостоятельному дыханию воздухом необходимо строго соблюдать определённую физиологически обусловленную последовательность:

1. снижение FiO_2;
2. снижение доли ИВЛ в общем объеме минутной вентиляции и снижение инспираторного давления и лишь затем
3. постепенное снижение и снятие PEEP [85].

Снижение инспираторного давления в режимах с управляемым давлением при улучшении податливости респираторной системы позволяет избежать превышения дыхательного объема выше допустимого уровня (9 мл/кг идеальной массы тела). Снижение инспираторного давления при Pressure Support Ventilation необходимо при улучшении биомеханических свойств респираторной системы для уменьшения избыточной работы вентилятора и предотвращения вентилятор-ассоциированной атрофии диафрагмы [86].

Процедура снижения поддержки давлением проводится в случае улучшения биомеханических свойств респираторной системы — увеличения податливости, снижения сопротивления дыхательных путей, а также готовности нервно-мышечного аппарата.

а) Уменьшайте PS на 2 мбар каждые 1–3 часа.

б) Если снижение привело к снижению дыхательного объема ДО, увеличению частоты дыхания ЧД более 35/мин, увеличению соотношения f/Vt более 105, вернитесь к предшествующим установкам. На следующее утро начните вновь процедуру снижения поддержки давлением с последнего эффективного значения и уменьшайте PS на 2 мбар каждые 1–3 часа (рис. 103а).

в) В случае, если уровень давления поддержки снижен до PS 4 мбар (при респираторной поддержке через трахеостомическую трубку) или PS 6–8 мбар (при респираторной поддержке через эндотрахеальную трубку) в течение 2 часов, следует перейти к тесту спонтанного дыхания (рис. 103б).

В настоящее время для проверки готовности к отмене респираторной поддержки рекомендован тест самостоятельного дыхания (SBT - spontaneous breathing trial) в течение 30 минут с небольшим уровнем поддержки давлением для компенсации работы дыхания по преодолению сопротивления трубки [87] [88].

1. Установите режим CPAP/PEEP ≤ 5 мбар с PS ≤ 8 мбар.
2. В течение 30 минут оцените наличие непереносимости SBT:
   - возбуждение или угнетение сознания - оценка по шкале комы Глазго 13 и менее баллов;
   - SpO_2 <90%;
   - частота дыхания >35 в минуту;
   - индекс Тобина < 70;
   - частота сердечных сокращений ЧСС >140 в минуту или выше 20% от исходного или появление аритмии;
   - снижение артериального давления ниже 90 мм рт. ст. или более, чем на 20% выше исходного;
   - участие в дыхании вспомогательной мускулатуры;
   - парадоксальные движения передней брюшной стенки при дыхании;
   - обильное потоотделение.
3. В случае переносимости теста спонтанного дыхания в течение 30 минут следует обсудить возможность отключения от респиратора и/или экстубации.
4. В случае непереносимости теста необходимо вернуться к предыдущим параметрам ИВЛ (рис. 103в).

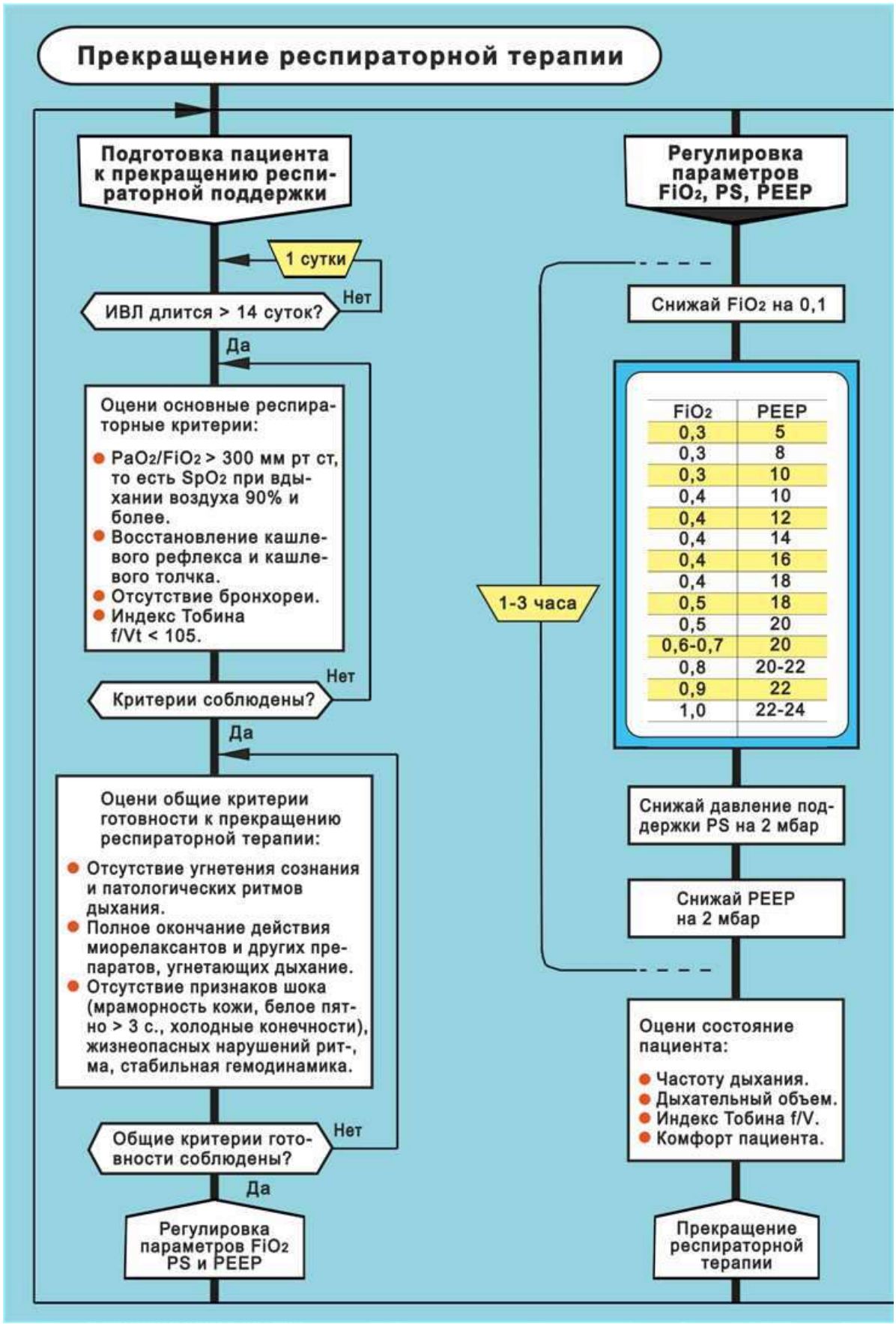


Рис. 103*а*. Алгоритм «Прекращение респираторной терапии»

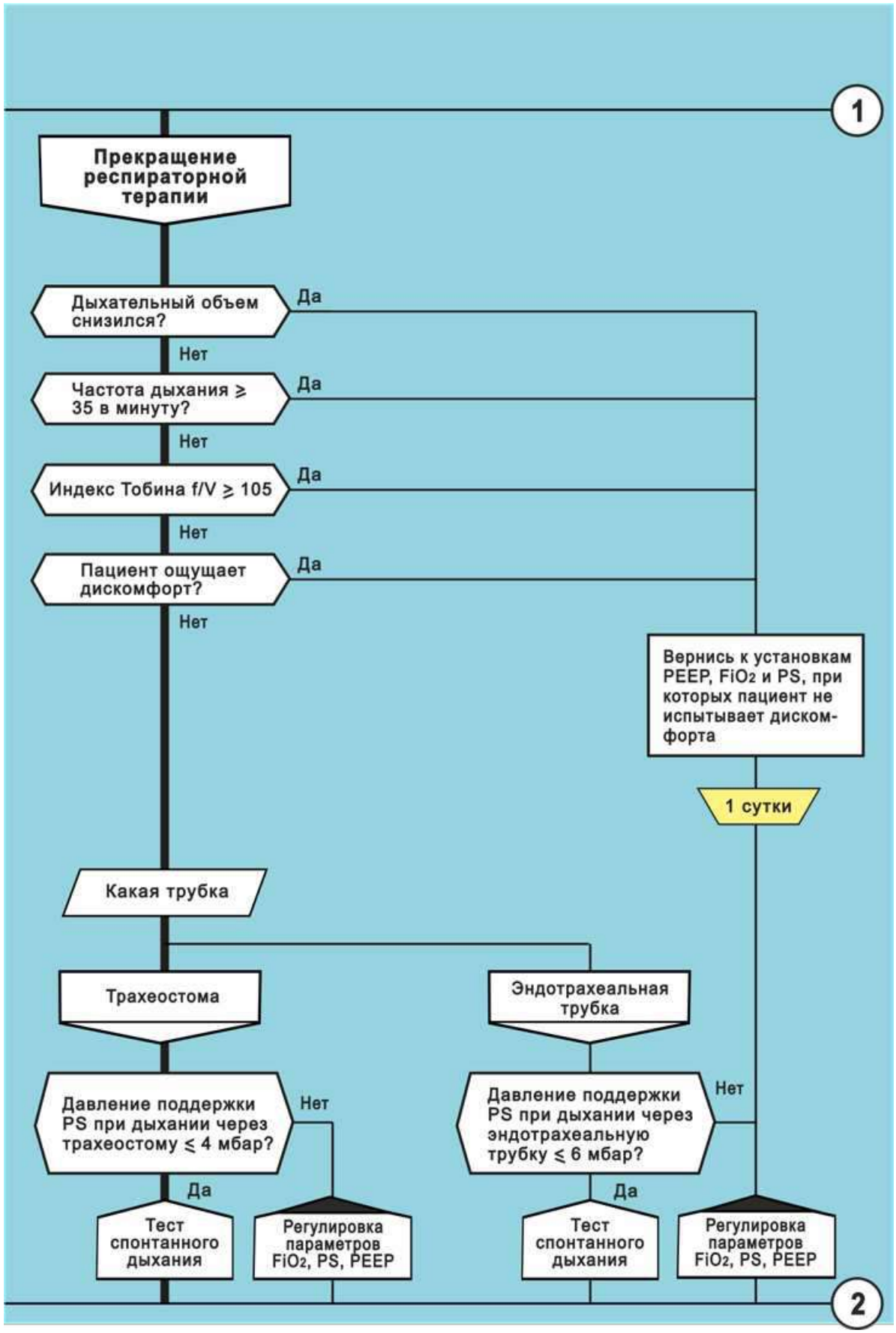


Рис. 103*б*. Алгоритм «Прекращение респираторной терапии»

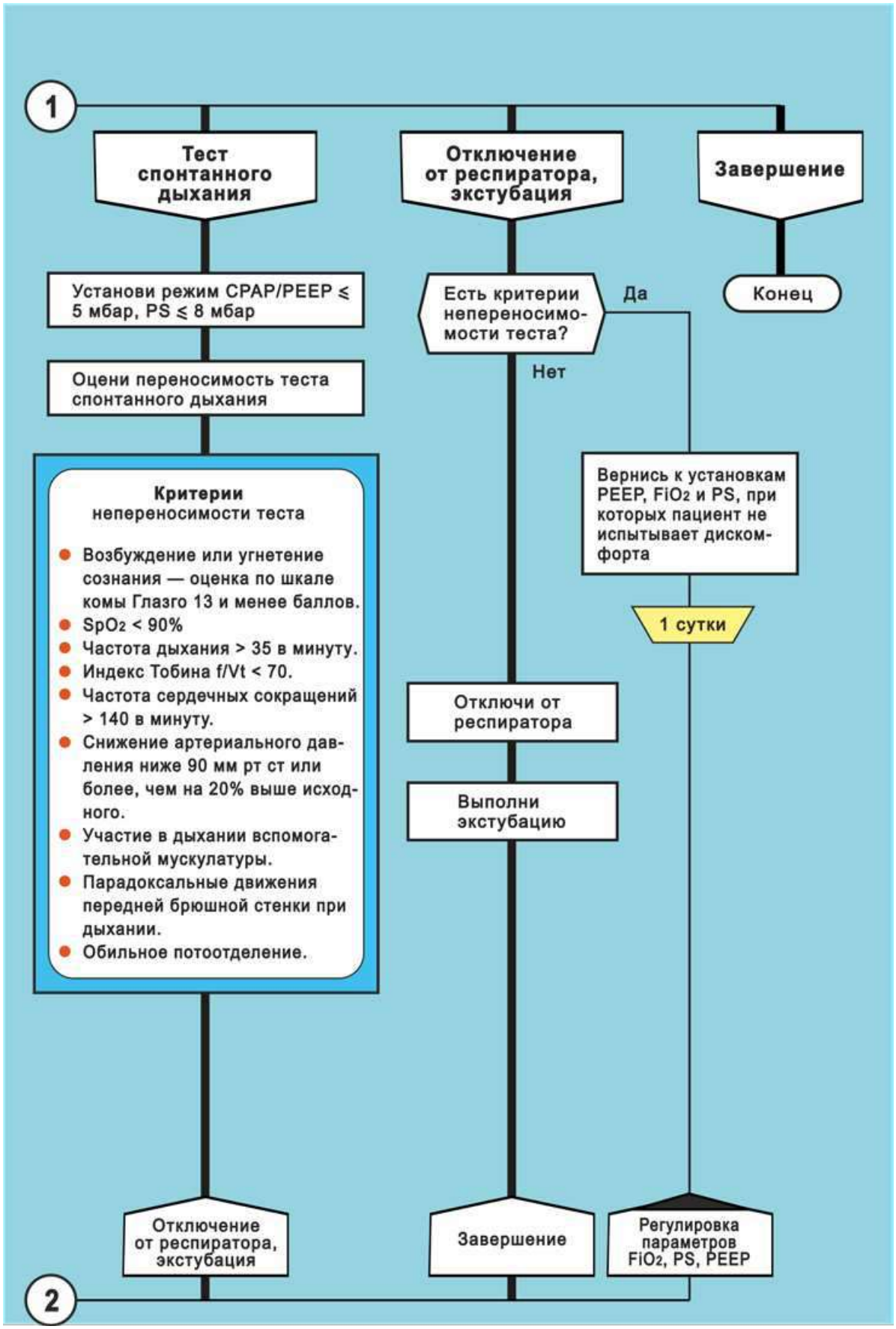


Рис. 103*в*. Алгоритм «Прекращение респираторной терапии» *(окончание)*

КОМПЛЕКСНЫЙ АЛГОРИТМ «РЕСПИРАТОРНАЯ ТЕРАПИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С COVID-19»

На рисунках 96–103 мы рассмотрели восемь функциональных алгоритмов. Напомним их названия:

- Низкочастотная оксигенация пациента.
- Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента.
- Аппаратная неинвазивная вентиляция легких.
- Протективная искусственная вентиляция легких.
- Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP.
- Улучшение оксигенации пациента.
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация.
- Прекращение респираторной терапии.

Большой интерес представляет вопрос: каким образом эти алгоритмы связаны между собой? Как они взаимодействуют? Упрощенный ответ дан на рис. 95. Настало время дать не упрощенный, а точный и окончательный ответ.

Такой ответ дает комплексный алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19», представленный на рис. 104. Алгоритм состоит из четырех веток:

- Начало респираторной терапии.
- Продолжение респираторной терапии.
- Прекращение респираторной терапии.
- Завершение.

Наиболее насыщенной является первая ветка, показанная на рис. 104а. Первая ветка описывает взаимодействие трех алгоритмов, указанных в иконах Вставка:

- Низкочастотная оксигенация пациента.
- Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента.
- Аппаратная неинвазивная вентиляция легких.

Вторая ветка «Продолжение респираторной терапии» демонстрирует взаимодействие четырех алгоритмов (рис. 104б):

- Протективная искусственная вентиляция легких.
- Улучшение оксигенации пациента.
- Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP.
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация.

Третья ветка показывает только один алгоритм (рис. 104б):

- Прекращение респираторной терапии.

Комплексный алгоритм на рис. 104 не раскрывает начинку функциональных алгоритмов и, в этом смысле, он не несет новой информации. У него другая задача: показать *логические условия*, при которых начинают работу функциональные алгоритмы.

Разумеется, логические условия указаны в теле функциональных алгоритмов, но там цепочки условий переходят из одного алгоритма в другой, так что проследить их довольно трудно.

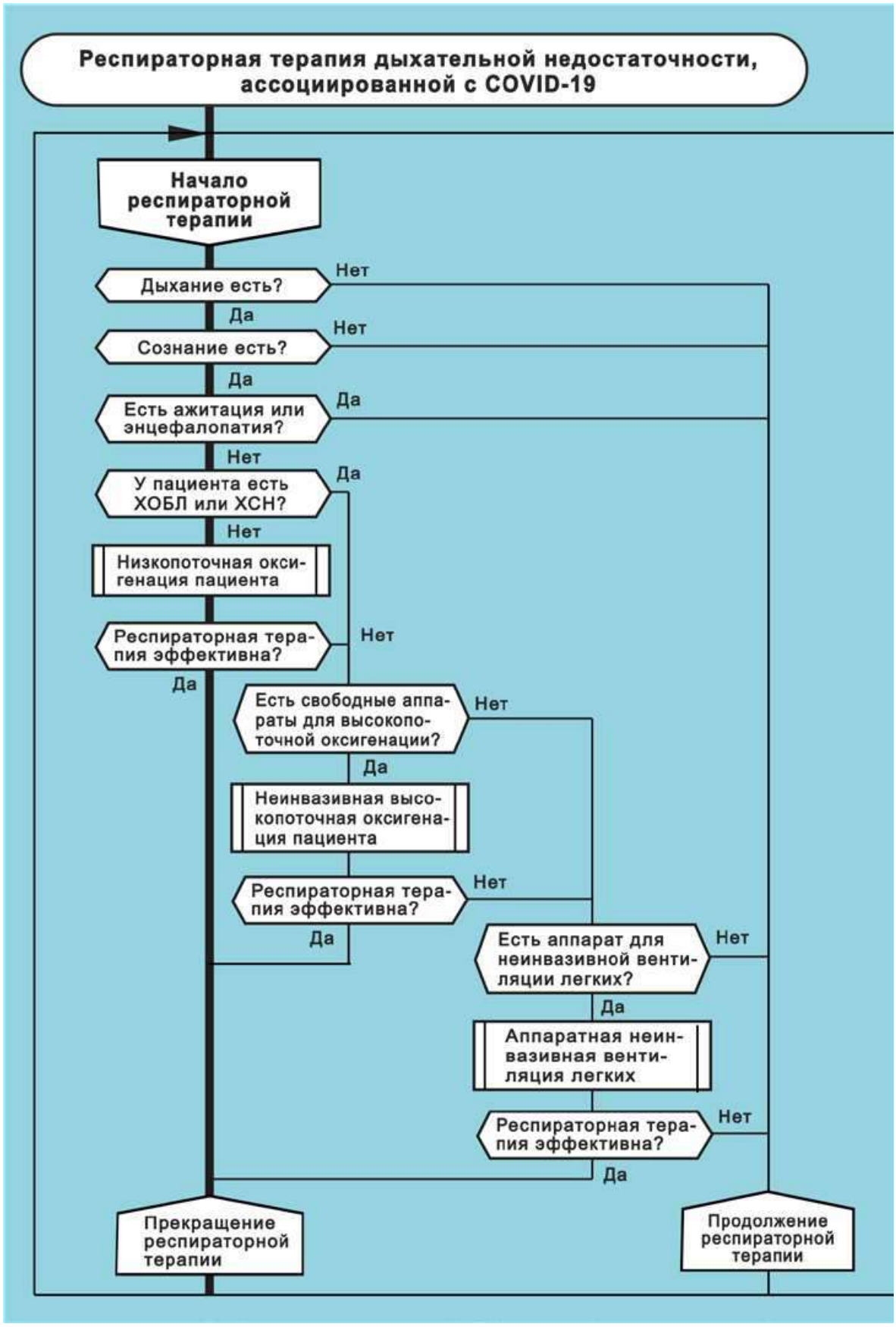


Рис. 104*а*. Комплексный алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19»

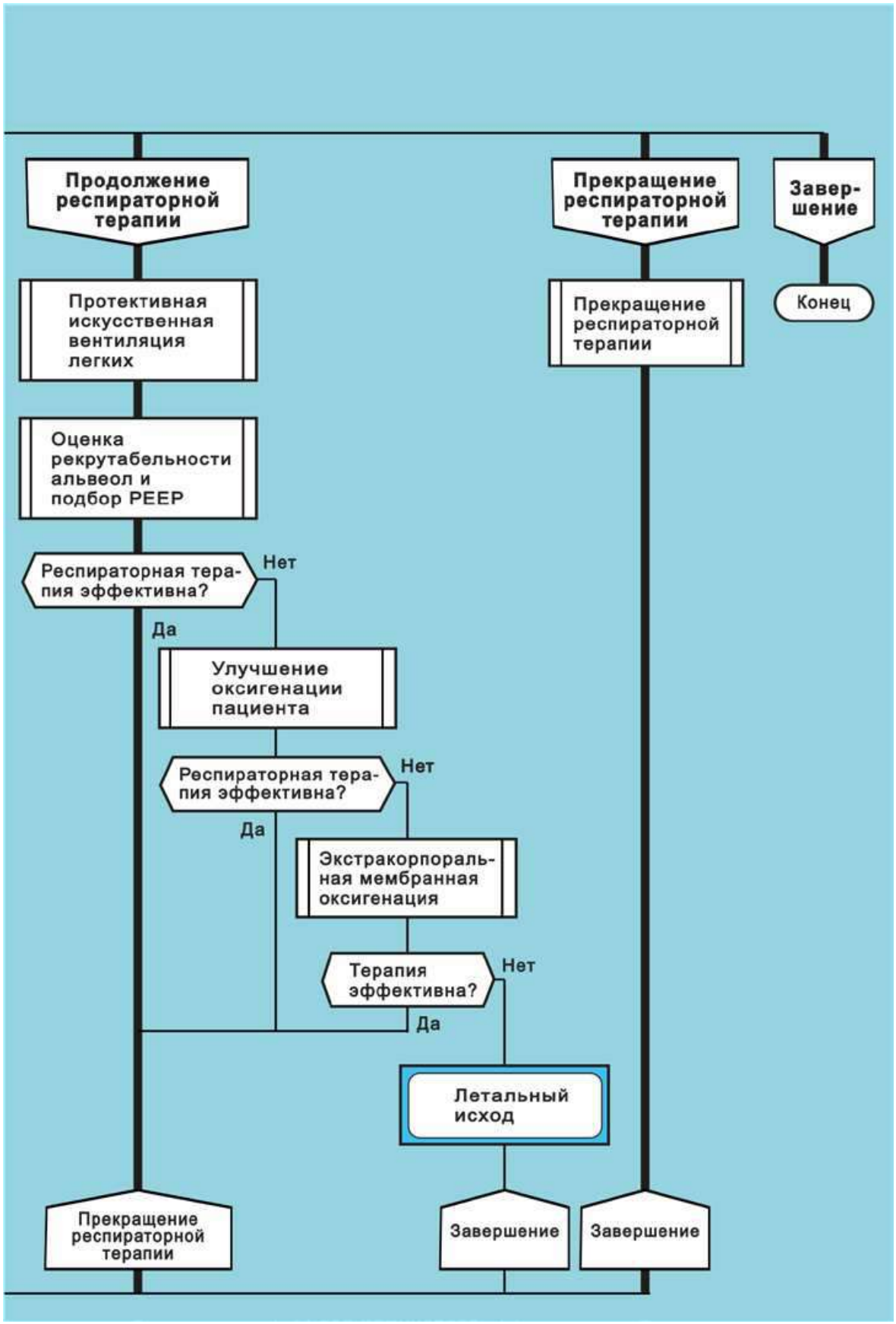


Рис. 104*б*. Комплексный алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19» *(окончание)*

Комплексный алгоритм хорош тем, что позволяет вытащить нужные логические условия из функциональных алгоритмов и продемонстрировать их в ясном и наглядном виде.

Вот пример. Рассмотрим логические условия в иконах Вопрос на рис. 104а:

- Дыхание есть? Нет.
- Сознание есть? Нет.
- Есть ажитация или энцефалопатия? Да.

Эти условия скопированы из алгоритма «Низкопоточная оксигенация пациента» (рис. 96а), так как любое из них указывает на запуск алгоритма «Протективная искусственная вентиляция легких».

Рассмотрим еще одно условие на на рис. 104а:

- У пациента есть ХОБЛ или ХСН? Да.

Оно также скопировано из алгоритма «Низкопоточная оксигенация пациента» (рис. 96а) и может привести к запуску, но уже других алгоритмов: «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента» или «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких».

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕРАПИИ КАК ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО АЛГОРИТМУ

На рис. 104 показана последовательность выполнения функциональных алгоритмов в зависимости от их эффективности для пациента. Для этого служит постоянно повторяющееся логическое условие, записанное в иконе Вопрос:

- Респираторная терапия эффективна?

Этот вопрос служит своеобразным путеводителем по алгоритму на рис. 104, позволяя проследить последовательную работу функциональных алгоритмов.

Начнем с первой ветки алгоритма на рис. 104а и проследим маршрут по шампуру.

- Дыхание есть? Да.
- Сознание есть? Да.
- Есть ажитация или энцефалопатия? Нет.
- У пациента есть ХОБЛ или ХСН? Нет.

При этих условиях выполняется алгоритм «Низкочастотная оксигенация пациента» и возникает вопрос:

- Респираторная терапия эффективна?

Если «Да» (эффективна) выполняется алгоритм «Прекращение респираторной терапии», лечение благополучно завершается и пациента выписывают из клиники.

Если «Нет» (неэффективна), то — при наличии свободных аппаратов — выполняется алгоритм «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента». И снова звучит вопрос:

- Респираторная терапия эффективна?

Если «Да», происходит «Прекращение респираторной терапии», если «Нет», то — при наличии нужных аппаратов — выполняется «Аппаратная неинвазивная вентиляция легких». И опять тот же вопрос:

- Респираторная терапия эффективна?

Если «Да», опять «Прекращение…», если «Нет» — друг за другом реализуются два алгоритма:

- Протективная искусственная вентиляция легких.
- Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP.

Еще раз читаем вопрос:

- Респираторная терапия эффективна?

Если да — прекращение, если нет, запускается алгоритм

- Улучшение оксигенации пациентов.

Снова вопрос про эффективность, а если ее нет, включается

- Экстракорпоральная мембранная оксигенация.

Здесь ситуация меняется. Если эффективности и в этом случае нет, значит, мы испробовали все восемь функциональных алгоритмов и не смогли помочь пациенту — наступил летальный исход.

Предоставляем читателю самостоятельно проверить пропущенные нами маршруты на рис. 104а, связанные с условием «Респираторная терапия эффективна?».

МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Медицинская алгоритмическая система есть совокупность клинических алгоритмов, имеющих формальную логическую связь.

Говорят, что два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка первого алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок второго алгоритма.

В базе данных клинических алгоритмов DrakonHub действует правило: если щелкнуть мышью по иконе Вставка в первом алгоритме, мы немедленно перейдем (провалимся) в икону Заголовок второго алгоритма.

Вот пример. Если щелкнуть по иконе Вставка «Протективная искусственная вентиляция легких» в алгоритме «Низкочастотная оксигенация пациента» (рис. 96а) мы сразу перейдем (провалимся) в икону Заголовок «Протективная искусственная вентиляция легких» (рис. 99а).

Понятие «алгоритмическая система» вводится для того, чтобы облегчить и сделать удобным проектирование больших и сложных алгоритмических комплексов. Выигрыш состоит в том, что большой алгоритм разбивается на мелкие части и проектируется не целиком (что трудно), а по частям (что гораздо легче).

В данной главе мы показали, что большой алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19» можно разбить на восемь функциональных алгоритмов (рис. 96–103) и один комплексный (рис. 104), образующие в совокупности алгоритмическую систему.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК В КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Рассмотрим три метода, позволяющих выявить и устранить ошибки в клинических алгоритмах:

- Сравнение чертежа алгоритма с текстовым описанием.
- Сравнение комплексного алгоритма с функциональными алгоритмами.
- Проверка на соответствие картографическому критерию.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА И ТЕКСТА

Сравнение чертежа и текста — эффективный способ выявления и устранения ошибок. Независимо от желания врачей-разработчиков алгоритмов на практике получается так, что текст содержит больше процедурной информации, чем чертеж.

Отсюда вытекает задача: при чтении текстового описания алгоритма следует выявлять все процедурные подробности, отсутствующие в чертеже, и обязательно вносить их в чертеж.

Приведем пример. В описании алгоритма «Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента» отмечается:

> «У пациентов с выраженным ожирением и у беременных на поздних сроках вместо прон-позиции предпочтительнее использовать положение лежа на боку со сменой стороны несколько раз в сутки».

Однако на чертеже алгоритма (рис. 97) этот важный факт никак не отражен, что делает клинический алгоритм неполным (незавершенным). Следовательно, необходимо устранить погрешность и внести в чертеж исправления.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ

Сам факт создания комплексного клинического алгоритма является средством выявления ошибок. Комплексный алгоритм позволяет взглянуть на проблему под другим углом зрения и сосредоточить внимание на взаимодействии функциональных алгоритмов.

Здесь важна последовательность работ.

Прежде всего, необходимо разработать чертежи функциональных алгоритмов. Затем провести проверку отсутствия ошибок методом

сравнения чертежей алгоритмов с текстовыми описаниями. И только после этого следует приступать к разработке чертежа комплексного алгоритма.

Проверка отсутствия ошибок заключается в том, что комплексный алгоритм сравнивают с функциональными. Если будет выявлено противоречие, значит, обнаружена ошибка и ее надо устранить.

ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ

Цель данной проверки — упорядочить чертеж алгоритма и улучшить его удобочитаемость (эргономичность).

Картографический принцип описан в главе 3. Он гласит: вертикали на чертеже следует располагать слева направо по принципу «чем правее, тем хуже для пациента». Это значит, что крайняя левая вертикаль (шампур) описывает наиболее благоприятную для пациента ситуацию, а крайняя правая — наименее благоприятную. Пояснения и примеры даны в главе 10 «Алгоритм “Реанимация беременной женщины”».

Картографический принцип действует для алгоритмической конструкции примитив, а также для ветки силуэта. Для ветки он имеет локальный характер и не распространяется за ее пределы.

Внутри ветки вертикальные маршруты упорядочены слева направо от наиболее благоприятного (для пациента) до наименее благоприятного.

Есть исключение. Принцип «чем правее, тем хуже» нельзя применять для алгоритмов с циклами.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны чертежи и текстовые описания наиболее важных клинических алгоритмов на тему «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19».
2. Алгоритмы созданы на медицинском алгоритмическом языке ДРАКОН.
3. Чертежи алгоритмов на языке ДРАКОН отличаются удобочитаемостью и высокой точностью.
4. Комплект алгоритмов содержит восемь функциональных алгоритмов и один комплексный.
5. Комплект алгоритмов разработан с целью быстрого, качественного и доступного обучения специалистов, работающих в отделениях реанимации и интенсивной терапии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 15

1. Назовите восемь алгоритмов респираторной терапии при COVID-19, имеющих высокую точность.
2. Что такое SpO_2?

3. Какие бывают системы доставки кислорода в дыхательные пути пациента? Назовите две основные системы.
4. Назовите имена веток на рис. 96.
5. Что такое FiO_2?
6. Что такое индекс оксигенации?
7. Зачем нужна неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента?
8. Что такое аппаратная неинвазивная вентиляция легких?
9. Зачем нужна протективная искусственная вентиляция легких?
10. Что такое идеальная масса тела?
11. Что такое прон-позиция?
12. Что такое коллапс альвеол и маневр мобилизации альвеол?
13. Когда применяется экстракорпоральная мембранная оксигенация?
14. Назовите особенности прекращения респираторной терапии.
15. Зачем нужен комплексный алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19»?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 15

1. Как связаны между собой функциональные алгоритмы?

- Как показано на рис. 95.
- Как показано на рис. 102.
- Как показано на рис. 103.
- Как показано на рис. 104.

2. Выберите правильный ответ:

- Комплексный алгоритм не раскрывает начинку функциональных алгоритмов.
- Комплексный алгоритм раскрывает начинку функциональных алгоритмов.
- Комплексный алгоритм ничего не говорит о функциональных алгоритмах.

3. Выберите правильный ответ:

- Два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка первого алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок второго алгоритма.
- Клинические алгоритмы не имеют формальной логической связи.
- Формальная логическая связь не используется в клинических алгоритмах.

4. Выберите правильный ответ:

- Медицинская алгоритмическая система состоит из алгоритмов, не имеющих формальную логическую связь.
- Медицинская алгоритмическая система есть совокупность клинических алгоритмов, имеющих формальную логическую связь.
- Медицинская алгоритмическая система состоит из клинических алгоритмов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 15

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 96. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм на основе рис. 100. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
3. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм на основе рис. 101. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 16
НЕВРОЛОГИЯ. ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ ТЕРАПИЯ ЭПИЛЕПСИИ ПРЕПАРАТАМИ ВАЛЬПРОЕВОЙ КИСЛОТЫ

ДВА СПОСОБА ГРАФИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА

Данная глава основана на статье «Алгоритм персонализированного назначения препаратов вальпроевой кислоты для терапии эпилепсии» [89], опубликованной в журнале «Доктор.Ру». В указанной статье графическая визуализация алгоритма выполнена в виде блок-схем алгоритмов по ГОСТ 19.701–90.

В данной главе тот же самый алгоритм — с целью улучшения наглядности и удобочитаемости — изображен на медицинском алгоритмическом языке ДРАКОН.

ЭПИЛЕПСИЯ

Эпилепсия — это хроническое заболевание нервной системы, характеризующееся повторными спонтанными приступами (пароксизмами), которые возникают в результате избыточных разрядов нейронов головного мозга. Клинически заболевание проявляется фокальными и билатеральными (генерализованными) эпилептическими приступами с утратой и без утраты осознания.

По данным Всемирной организации здравоохранения, эпилепсией в активной форме страдает во всём мире примерно каждые 4–10 человек из 100 000 — это одно из самых распространённых неврологических заболеваний.

Болезнь проявляется в виде бессудорожных (чувствительных, вегетативных, мнестических и др.) и судорожных (тонических, клонических, миоклонических и др.) эпилептических приступов, которые могут вовлекать отдельные части тела (фокальные приступы) или все тело (билатеральные, генерализованные).

Иногда приступы сопровождаются потерей сознания и утратой контроля над функциями кишечника или мочевого пузыря. Люди с эпилепсией чаще получают ушибы и переломы, связанные с приступами. У них чаще встречаются сопутствующие тревожные и депрессивные расстройства [90] [91].

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ БОЛЬНОГО ЭПИЛЕПСИЕЙ

Эпилепсия является социально и экономически значимым заболеванием; она серьезно влияет на качество жизни пациентов. Клинические рекомендации по лечению эпилепсии предполагают назначение противоэпилептических препаратов с целью предотвращения возникновения приступов. Правильный выбор лекарств может обеспечить раннее облегчение симптомов, уменьшение или устранение побочных эффектов, улучшить прогноз и снизить финансовое бремя для пациентов, их семей и системы здравоохранения в целом.

Актуальной проблемой остается эффективность и безопасность противоэпилептических препаратов. С учетом того, что эпилепсия относится к хроническим заболеваниям нервной системы, требующим длительной многолетней терапии и регулярного ежедневного приема лекарств, важную роль для качества жизни больных имеет хорошая переносимость лечения.

Однако в настоящее время нет ни одного противоэпилептического препарата, полностью лишенного нежелательных реакций. Частота нежелательных реакций при противоэпилептической терапии достигает, по данным разных авторов, 25–40%. При этом возможны нежелательные реакции как со стороны центральной нервной системы, включая когнитивные функции и эмоционально-волевую сферу, так и негативное влияние препаратов на внутренние органы. В некоторых случаях нежелательные реакции могут снижать качество жизни, а также социальную и семейную адаптацию в большей степени, чем само заболевание. При появлении серьезных нежелательных реакций возникает необходимость изменения схемы терапии. Такое решение особенно сложно принять, если препарат оказался эффективен как средство контроля приступов и привел к их прекращению.

При выборе противоэпилептических препаратов следует стремиться к достижению баланса между их эффективностью (достижению свободы от эпилептических приступов) и безопасностью (минимизации нежелательных реакций). По мнению C. P. Panayiotopoulos, «не следует стремиться достичь свободы от приступов ценой серьезных побочных эффектов, связанных с лечением. Лечение не должно переноситься тяжелее, чем само заболевание» [92].

ВАЛЬПРОЕВАЯ КИСЛОТА

Вальпроевая кислота (вальпроат, препараты вальпроевой кислоты) обладает широким спектром противоэпилептической активности, она применяется для лечения практически всех типов эпилептических приступов и синдромов. При этом максимальную ценность препарат

представляет для лечения генетической генерализованной эпилепсии. Хотя вальпроевая кислота обладает сходной или чуть меньшей эффективностью, чем карбамазепин, в отношении фокальных приступов, проблемы с переносимостью препарата в некоторых случаях требуют выбора другого лекарства для лечения фокальной эпилепсии, особенно у женщин детородного возраста. Вальпроевую кислоту рассматривают как препарат первой линии для лечения генерализованных эпилептических синдромов за исключением случаев, когда имеются специфические противопоказания [93].

ТЕРАПЕВТИЧЕСКАЯ, ТОКСИЧЕСКАЯ И ЛЕТАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

Различают терапевтическую, токсическую и летальную концентрацию лекарственного препарата в крови.

Терапевтическая концентрация — это концентрация лекарственного вещества в крови (сыворотке или плазме) человека, при которой лекарственное вещество оказывает эффективное клиническое действие без значительных побочных эффектов.

Токсическая концентрация — концентрация лекарственного или другого химического вещества в крови, при которой появляются значительные токсические симптомы.

Летальная концентрация — концентрация лекарственного или другого химического вещества в крови, которая вызывает смерть, или настолько превышает терапевтическую или токсическую концентрацию, что может вызвать смерть.

ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ

Терапевтический лекарственный мониторинг — определение концентрации лекарственных средств в биологических жидкостях, которое проводят для выбора режима дозирования лекарств и выявления передозировки лекарственного средства.

Цели проведения терапевтического лекарственного мониторинга:

- Индивидуальный подбор оптимального режима приема и дозировки лекарственного препарата для каждого пациента.
- Определение эффективной и безопасной дозы препарата.
- Предупреждение развития нежелательных реакций препарата.
- Изменение дозы препарата в зависимости от состояния пациента в течение определенных периодов лечения.

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ МЕДИЦИНА

Медицина всегда была в какой-то степени персонализированной. Врачи ставили диагнозы и назначали лечение не только на основании лишь симптомов, но также принимая во внимание особенности пациентов, такие как половую принадлежность, возраст, сопутствующие заболевания, функции печени и почек, образ жизни (питание, вредные привычки). Между тем, среди людей существуют определенные невидимые, но важные различия.

Указанные различия в определенной степени связаны с генетическими особенностями, уникальными для каждого человека. Персонализированная медицина призвана выявить эту генетическую уникальность и обеспечить целенаправленное лечение, особое для каждого пациента, а не для среднестатистического больного. Такой подход позволяет использовать информацию, имеющуюся в геноме конкретного человека, для того чтобы разработать персонализированный подход к выявлению, лечению и предупреждению нежелательных реакций лекарственных препаратов [94].

С развитием фармакогенетики впервые стало возможным подбирать лекарственные средства и методы лечения, которые подходят именно конкретному человеку.

Геном является совокупностью наследственного материала одной клетки, он включает все гены организма. У человека геном составляет около 3 миллиардов пар оснований ДНК. По сути это инструкция о том, как построить и поддерживать существование 37 триллионов клеток человеческого организма.

Более 99% ДНК совпадают у всех людей. Остающиеся структуры ДНК — меньше 1 процента — делают нас уникальными и могут определять особенности клинических проявлений и тяжесть заболевания, а также эффективность и безопасность лечения.

Исследование этих индивидуальных генетических различий помогает лечению целого ряда недугов [95].

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ЭПИЛЕПСИИ

При лечении эпилепсии важную роль играет ген *CYP2C9*. Этот ген кодирует фермент 2C9 цитохрома P450, участвующий в метаболизме ряда лекарственных препаратов в печени.

Однонуклеотидный вариант (ОНВ) — отличие последовательности ДНК размером в один нуклеотид в гене. При лечении эпилепсии возникает необходимость провести молекулярно-генетическое исследование образца крови пациента и определить наличие (носительство) нефункционального ОНВ гена *CYP2C9* у данного пациента. Результат молекулярно-генетического исследования позволяет назначить персонализированное лечение эпилепсии.

АЛГОРИТМ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ВАЛЬПРОЕВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ТЕРАПИИ ЭПИЛЕПСИИ

Ниже приводится краткое содержание статьи, название которой вынесено в заголовок параграфа [89].

Цель исследования: разработка графической визуализации алгоритма фармакотерапии эпилепсии на основе персонализированного подхода к оценке риска развития нежелательных реакций на препараты вальпроевой кислоты (ВК).

Дизайн: сравнительное рандомизированное исследование.

Материалы и методы. Проведено сравнение частоты и характера нежелательных реакций на препараты ВК при лечении эпилепсии у 263 пациентов (детей и взрослых) в зависимости от носительства нефункциональных ОНВ гена *CYP2C9* и результатов терапевтического лекарственного мониторинга ВК. Блок-схемы алгоритмов построены в программе Microsoft Visio 2013.

Результаты. Отношение шансов развития нежелательных реакций у пациентов с токсической концентрацией ВК в крови составило 5,94, у пациентов группы промежуточных и медленных метаболизаторов по носительству нефункциональных ОНВ CYP2C9*2 или CYP2C9*3 — 4,27. При персонализированном подходе к обеспечению безопасности применения препаратов ВК на основании учета носительства этих ОНВ гена *CYP2C9* и результатов терапевтического лекарственного мониторинга частота нежелательных реакций снизилась с 59,28% до 10,78%. Разработана графическая визуализация алгоритма персонализированного назначения препаратов ВК для терапии эпилепсии.

Можно ли повысить безопасность терапии эпилепсии за счет снижения частоты развития нежелательных реакций на противоэпилептические препараты? Да, возможно на основании результатов терапевтического лекарственного мониторинга вальпроатов и учета носительства нефункциональных ОНВ гена *CYP2C9*, ассоциированных с изменением скорости метаболизма ВК в печени. Такой подход лежит в основе персонализированного применения препаратов ВК в реальной клинической практике. Достижение запланированного положительного результата лечения требует выполнения определенной хронологической последовательности действий, но словесное описание такой последовательности часто бывает нечетким, имеет смысловую перегруженность и приводит к дефектам специализированной неврологической помощи рассматриваемой категории пациентов. Избежать этого позволяет использование алгоритмов в виде наглядных блок-схем на основе общепризнанных алгоритмических языков.

Заключение. Персонализированный подход к назначению противоэпилептических препаратов позволяет снизить риск развития нежелательных реакций. Графическая визуализация алгоритма фармакотерапии эпилепсии дает возможность наглядно демонстрировать последовательность действий при лечении заболевания.

ГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ФАРМАКОТЕРАПИИ ЭПИЛЕПСИИ НА МЕДИЦИНСКОМ ЯЗЫКЕ ДРАКОН

Оставшаяся часть главы посвящена другому варианту изображения того же самого алгоритма. Вместо блок-схем по ГОСТ 19.701–90 использован язык ДРАКОН.

В качестве введения рассмотрим скелетную схему на рис. 105, которая показывает структуру алгоритма, его деление на части.

Алгоритм можно сравнить с повестью, которая разбита на главы. Найдите на рис. 105 жирные вертикальные линии. Подсчитайте, сколько их. Правильно, шесть. В нашей повести 6 глав. Названия глав (частей алгоритма) написаны в верхних пятигранниках. Читаем названия глав:

- Постановка диагноза.
- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови.
- Лечение при низком уровне ВК.
- Лечение при токсическом уровне ВК.
- Завершение.

Части алгоритма (главы) называются *ветками.* Ветка имеет один вход сверху и один или несколько выходов внизу.

Первая ветка «Постановка диагноза» имеет 2 выхода (рис. 105):

- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Завершение.

У второй ветки «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*» всего один выход:

- Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови.

Третья ветка «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови» имеет 4 выхода (рис. 105):

- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Завершение.
- Лечение при низком уровне ВК.
- Лечение при токсическом уровне ВК (рис. 105) и т. д.

Нижний пятигранник — это икона Адрес. Адреса строго и однозначно задают последовательность выполнения веток. Если ветка «Постановка диагноза» закончилась через выход «Завершение», значит начнет выполняться ветка, на которую указал адрес, то есть ветка «Завершение».

Другой пример. Если ветка «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови» завершилась через икону Адрес «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*», значит начнет выполняться ветка «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*». Черные треугольники говорят о повторном (циклическом) выполнении ветки.

ЧЕРТЕЖИ АЛГОРИТМА

Алгоритм изображен на пяти листах: рис. 106*а*, рис. 106*б*, рис. 106*в*, рис. 106*г*, рис. 106*д*. На рис. 106*а* показана ветка «Постановка диагноза». Она имеет два маршрута.

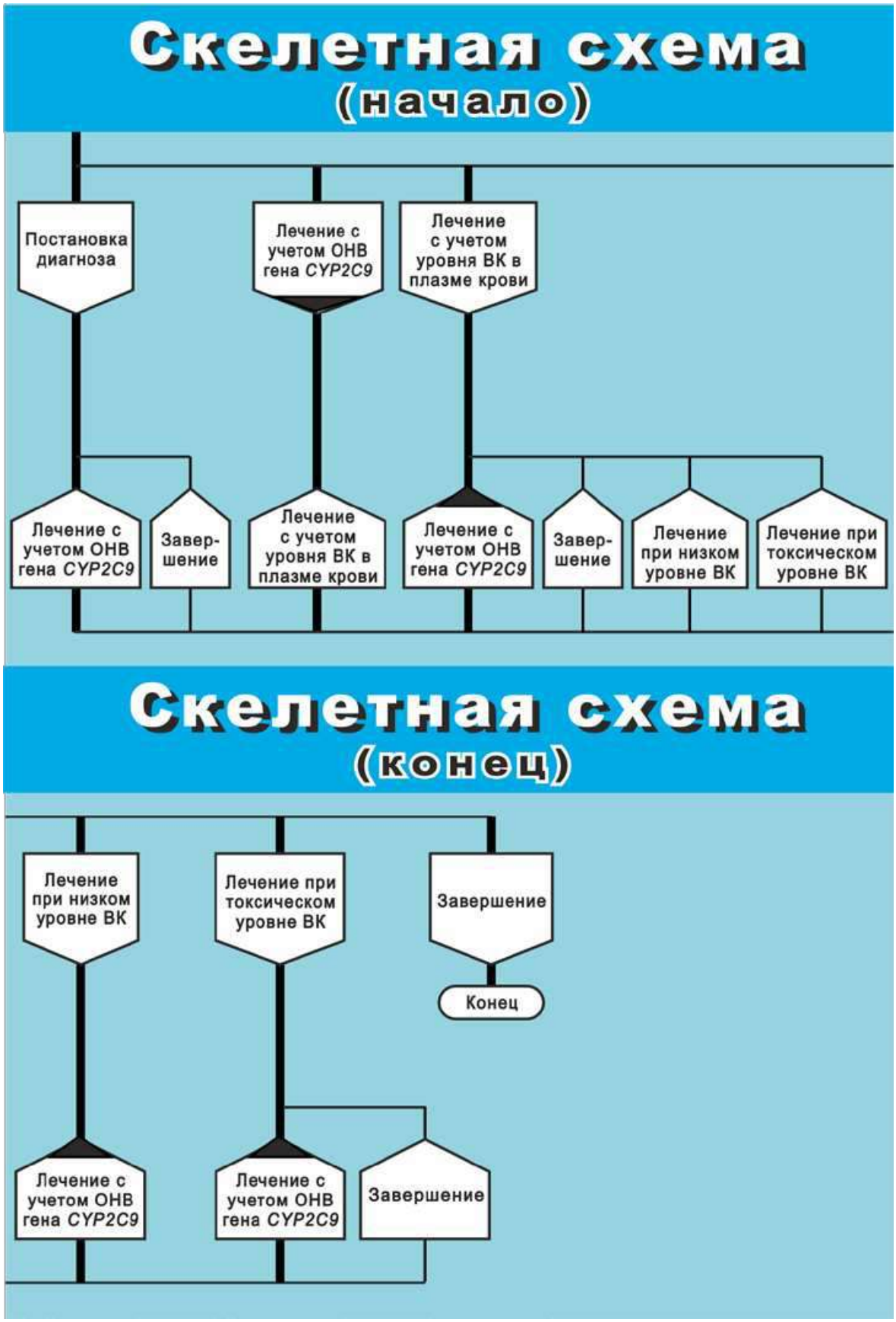


Рис. 105. Скелетная схема алгоритма «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты»

Первый маршрут идет по шампуру (жирная линия) вертикально вниз и проходит через иконы:

- Постановка диагноза.
- Икона Комментарий в двойной синей рамке.
- Первичный прием. Установление диагноза «эпилепсия».
- Есть противопоказания к назначению вальпроевой кислоты? Нет.
- Определи носительство однонуклеотидного варианта гена *CYP2C9*.
- Икона Адрес «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*».

Икона Адрес — это приказ: необходимо перейти к ветке «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*» на рис. 106*б*.

Второй маршрут на рис. 106*а* начинается точно так же, как и первый, но в иконе Вопрос ответвляется вправо и следует через иконы:

- Есть противопоказания к назначению вальпроевой кислоты? Да.
- Противопоказания.
- Назначь другие противоэпилептические препараты.
- Икона Адрес «Завершение».

Икона Адрес — это приказ: перейти к ветке «Завершение» на рис. 106*д*, где алгоритм заканчивает работу.

ВТОРАЯ ВЕТКА «ЛЕЧЕНИЕ С УЧЕТОМ ОНВ ГЕНА *CYP2C9*»

Вторая ветка представлена на рис. 106*б*. Рассмотрим маршрут, идущий по шампуру (жирная линия) сверху вниз:

- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Повторный прием пациента.
- Характеристика ОНВ гена *CYP2C9*.
- Экстенсивный метаболизатор CYP2C9*1/*1.
- Назначь вальпроевую кислоту в среднетерапевтической дозе.
- Следующий прием пациента через.
- 6 месяцев.
- Икона Адрес «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови».

Икона Адрес приказывает: выполнить ветку «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови» на рис. 106*в*.

На рис. 106б имеются еще два маршрута, проходящие либо через иконы в среднем столбце:

- Промежуточный метаболизатор CYP2C9*1/*3; CYP2C9*1/*2.
- Назначь вальпроевую кислоту на 25% меньше, чем в среднетерапевтической дозе.
- Следующий прием пациента через.
- Икона Пауза «3 месяца».

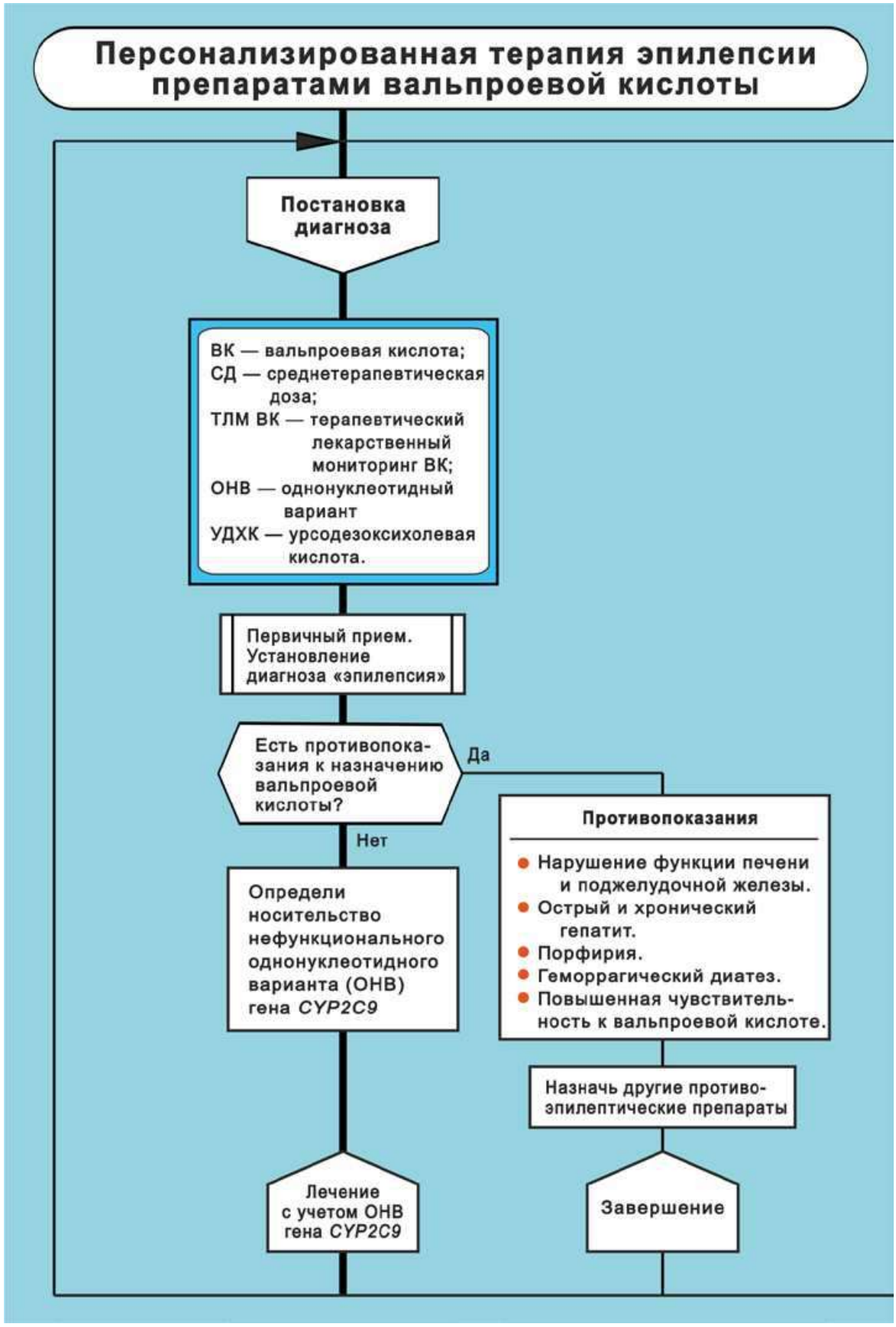


Рис. 106*а*. Алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Ветка «Постановка диагноза»

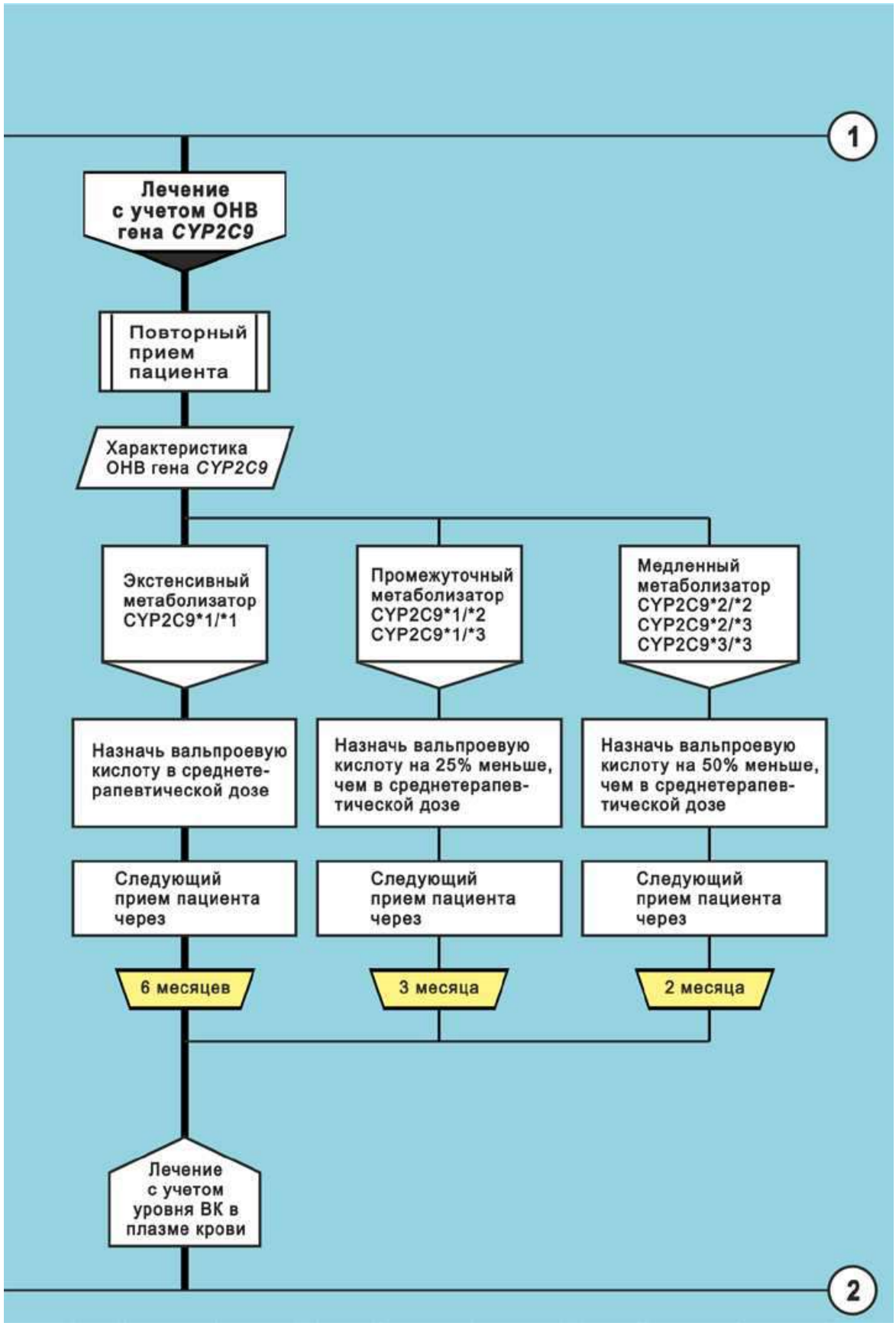


Рис. 106*б*. Алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Ветка «Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*»

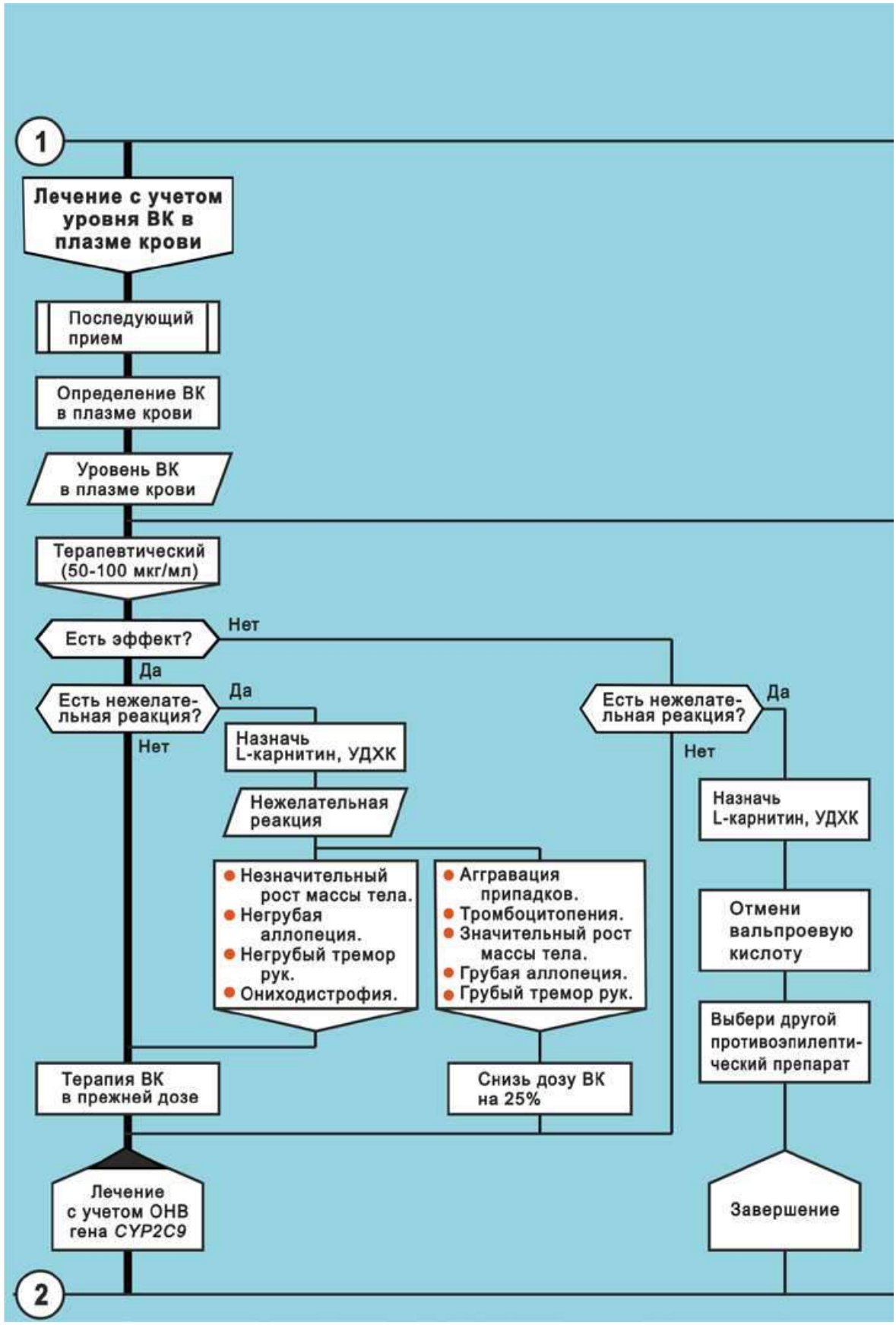


Рис. 106*в*. Алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Ветка «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови»

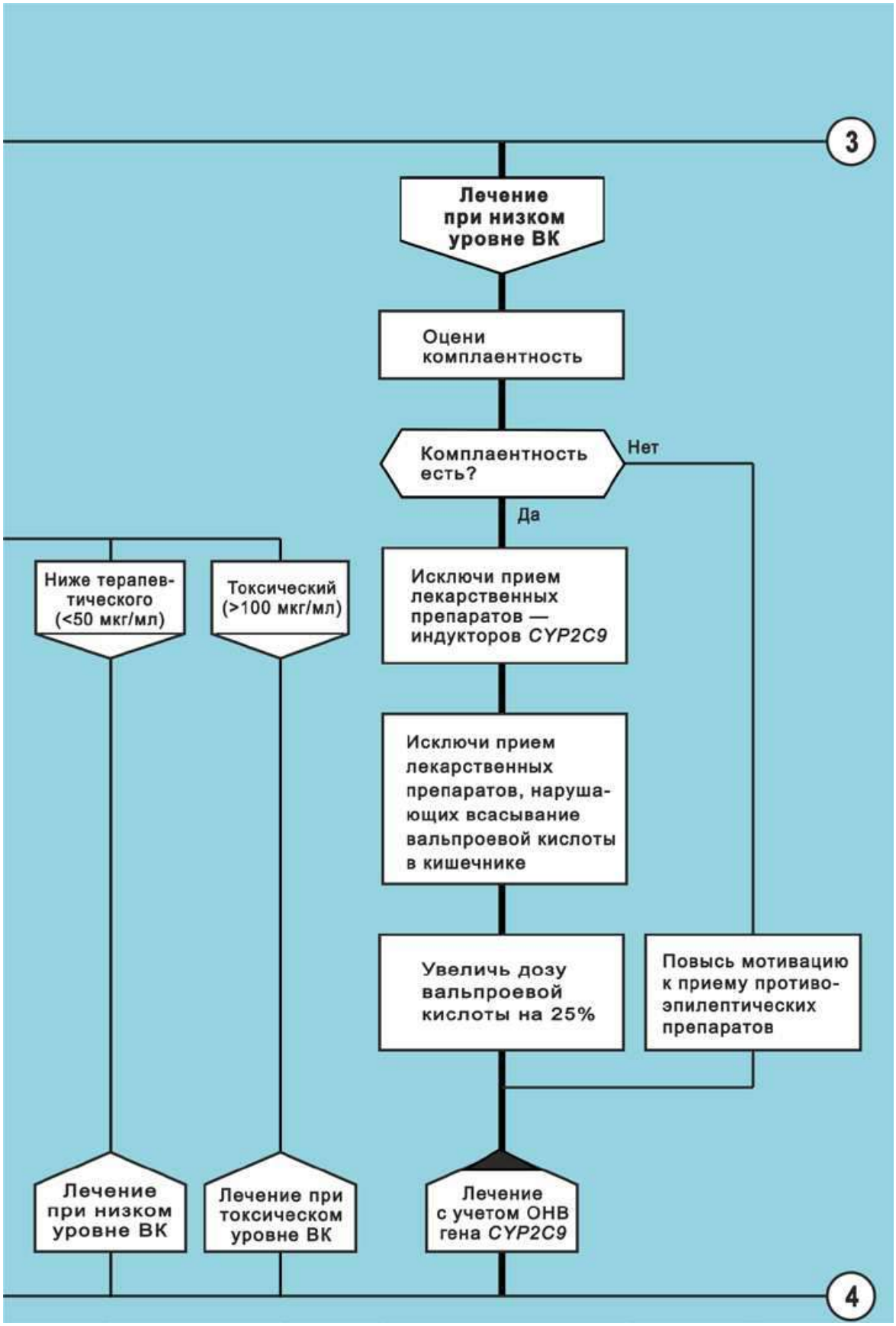


Рис. 106*г*. Алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Ветка «Лечение при низком уровне ВК»

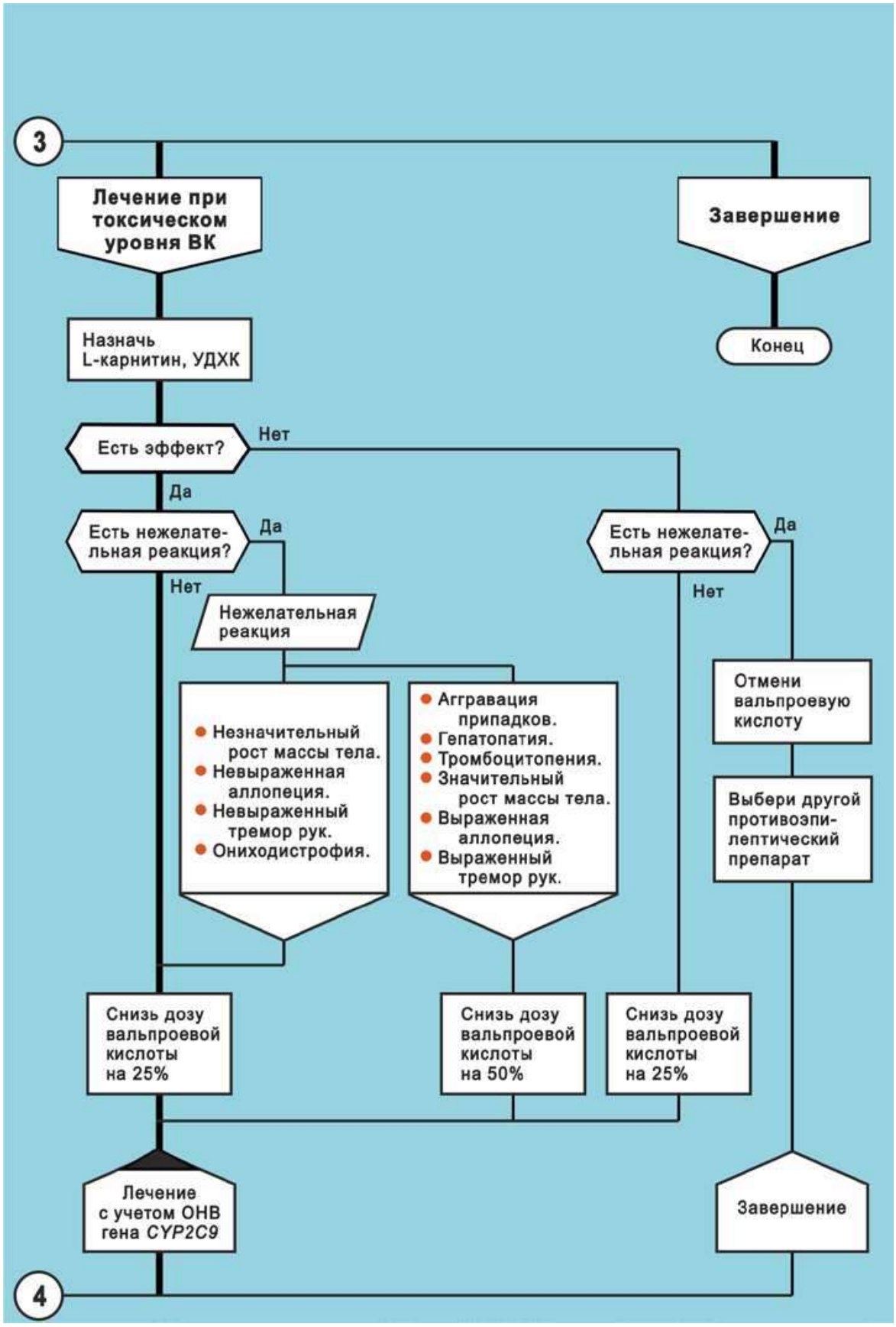


Рис. 106*д*. Алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Ветка «Лечение при токсическом уровне ВК»

либо через иконы в правом столбце:

- Медленный метаболизатор CYP2C9*2/*2; CYP2C9*2/*3; CYP2C9*3/*3.
- Назначь вальпроевую кислоту на 50% меньше, чем в среднетерапевтической дозе.
- Следующий прием пациента через.

Икона Пауза «2 месяца».

Работа алгоритма на рис. 106*в*, рис. 106*г*, рис. 106*д* происходит аналогично — по таким же правилам.

КАК СВЯЗАНЫ НАЗВАНИЯ ВЕТОК И АДРЕСА

Эта связь очень важна. Она определяет структуру алгоритма и хронологическую последовательность перемещения бегунка от одной ветки к другой.

Напомним названия веток:

- Постановка диагноза.
- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови.
- Лечение при низком уровне ВК.
- Лечение при токсическом уровне ВК.
- Завершение.

Эти названия записываются в первую очередь — до заполнения икон Адрес. В этот момент иконы Адрес стоят пустые — их надо заполнить. На этот счет есть строгое правило. Внутри икон Адрес можно писать только и исключительно названия веток. Это значит, что в нашем примере для размещения в иконах Адрес нужно выбирать (копировать) надпись из того же самого списка:

- Постановка диагноза.
- Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*.
- Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови.
- Лечение при низком уровне ВК.
- Лечение при токсическом уровне ВК.
- Завершение.

ВЫВОДЫ

1. Персонализированный подход к назначению противоэпилептических препаратов при лечении пациентов с эпилепсией позволяет снизить риск развития нежелательных реакций.
2. Словесное описание разветвленных и циклических клинических алгоритмов часто бывает нечетким, имеет смысловую перегруженность и приводит к дефектам специализированной неврологической помощи пациентам с эпилепсией.
3. Избежать этих недостатков позволяет использование графической визуализации алгоритма фармакотерапии эпилепсии в виде наглядных и удобочитаемых чертежей на основе медицинского алгоритмического языка ДРАКОН.
4. Язык ДРАКОН позволяет разбить алгоритм на структурные части (ветки), имеющие «говорящие» медицинские названия, что облегчает чтение и анализ сложных алгоритмов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 16

1. Что такое терапевтическая концентрация лекарственного вещества в крови (сыворотке или плазме) человека?
2. Что такое токсическая концентрация лекарственного вещества в крови?
3. Что такое летальная концентрация лекарственного или другого вещества в крови?
4. Что такое терапевтический лекарственный мониторинг?
5. Каковы цели терапевтического лекарственного мониторинга?
6. Что такое однонуклеотидный вариант (ОНВ)?
7. Какую роль при лечении эпилепсии играет молекулярно-генетическое исследование образца крови пациента и определение наличия (носительства) нефункционального ОНВ гена *CYP2C9* у данного пациента?
8. Какова роль фармакогенетики при лечении эпилепсии?
9. Сколько веток у алгоритма «Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты». Назовите названия веток.
10. Назовите все адреса ветки «Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови».

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 16

1. Выберите правильный ответ:

- Приступы эпилепсии возникают в результате избыточных разрядов нейронов головного мозга.
- Приступы эпилепсии возникают в результате отсутствия разрядов нейронов головного мозга.

- Приступы эпилепсии возникают из-за пропущенных разрядов нейронов головного мозга.
- Приступы эпилепсии возникают независимо от избыточных разрядов нейронов головного мозга.

2. Выберите правильный ответ:

- Клинически эпилепсия проявляется астральными и фокальными эпилептическими приступами с утратой и без утраты осознания.
- Клинически эпилепсия проявляется натуральными и латеральными эпилептическими приступами с утратой и без утраты осознания.
- Клинически эпилепсия проявляется фокальными приступами с утратой и без утраты осознания, билатеральными и генерализованными приступами.

3. Выберите правильный ответ:

- Согласно последним данным, вальпроевая кислота (ВК) неэффективна при лечении эпилептических приступов и синдромов.
- Согласно последним данным, вальпроевую кислоту (ВК) не рекомендовано применять для лечения эпилептических приступов и синдромов.
- Вальпроевая кислота (ВК) применяется для лечения практически всех типов эпилептических приступов и синдромов.

4. Выберите правильный ответ:

- Персонализированная медицина призвана обеспечить целенаправленное лечение, универсальное для всех пациентов.
- Персонализированная медицина призвана выявить генетическую уникальность и обеспечить целенаправленное лечение, независимое от информации, содержащейся в геноме.
- Персонализированная медицина призвана выявить генетическую уникальность и обеспечить целенаправленное лечение, особое для каждого пациента, а не для среднестатистического больного.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 16

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 106. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 17
ФТИЗИАТРИЯ. АЛГОРИТМЫ ФТИЗИАТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОМ ПЕДИАТРИЧЕСКОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ТУБЕРКУЛЁЗ

Туберкулёз (от лат. tuberculum — бугорок) — широко распространённое в мире инфекционное заболевание. Туберкулёз обычно поражает лёгкие, реже затрагивая другие органы и системы. Чаще всего протекает в бессимптомной, скрытой форме, но примерно один из десяти случаев скрытой инфекции переходит в активную форму.

Устаревшее название туберкулёза лёгких — чахотка (от слова чахнуть). Туберкулёз почек и некоторых других внутренних паренхиматозных органов (печени, селезёнки), а также желёз (например, слюнных) ранее именовался словом «бугорчатка». Наружный туберкулёз (кожи, слизистых, лимфоузлов) назывался золотухой.

До XX века туберкулёз был практически неизлечим. В настоящее время разработаны методы, позволяющие выявить и вылечить заболевание на ранних стадиях его развития.

Область медицины, занимающаяся туберкулёзом, называется фтизиатрией, а её специалистов называют фтизиатрами.

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ

Около четверти населения мира инфицированы туберкулезом. Это означает, что люди инфицированы бактериями туберкулеза, но (пока еще) не больны и не могут его передавать.

Вероятность того, что инфицированные люди заболеют туберкулезом, составляет 5–15%. Люди с ослабленной иммунной системой (ВИЧ-инфекция, недостаточность питания, диабет, употребление табака), подвергаются гораздо более высокому риску заболевания.

Когда у человека развивается активная форма туберкулеза, симптомы могут оставаться умеренными на протяжении многих месяцев. Это может приводить к запоздалому обращению за медицинской помощью и передаче бактерий другим людям. За год человек с активной формой туберкулеза может заразить 5–15 человек, с которыми он имеет тесные контакты.

Туберкулез распространяется от человека человеку по воздуху. При кашле, чихании или отхаркивании люди с легочным туберкулезом выделяют в воздух туберкулезные бактерии. Для инфицирования человеку достаточно вдохнуть лишь незначительное количество таких бактерий.

По оценкам, во всем мире в 2019 году туберкулезом заболели 10 миллионов человек, умерло 1,4 миллиона. Туберкулез является одной из 10 основных причин смерти [96].

ТУБЕРКУЛЕЗ И ВИЧ-ИНФЕКЦИЯ

ВИЧ-инфекция и туберкулез представляют собой смертельное сочетание и ускоряют развитие друг друга.

Вероятность того, что у людей с ВИЧ-инфекцией разовьется активная форма туберкулеза, почти в 20 раз выше, чем у людей без ВИЧ [96].

ТУБЕРКУЛЕЗ С МНОЖЕСТВЕННОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ

Противотуберкулезные препараты используются на протяжении нескольких десятилетий; появились штаммы, устойчивые к одному или нескольким препаратам.

Туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью вызывает бактерия, не реагирующая на изониазид и рифампицин, два самых эффективных противотуберкулезных препарата первой линии. В таком случае можно лечить и излечивать, используя препараты второй линии [96].

АЛГОРИТМЫ ФТИЗИАТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

С целью быстрого, качественного и доступного обучения специалистов-фтизиатров, а также студентов-педиатров [97] по дисциплине «фтизиатрия» нами были разработаны алгоритмы фтизиатрической службы. Алгоритмы основаны на следующих документах [98, 99, 100, 101, 102, 103, 104].

В данной главе описаны десять алгоритмов высокой точности, представленных на медицинском языке ДРАКОН:

- Скрининг населения на туберкулёз.
- Действия при отказе родителей от проб Манту, АТР.
- Выбор режима превентивной химиотерапии.
- Диагностика туберкулеза органов дыхания на муниципальном уровне.
- Диагностика туберкулёза органов дыхания в областных медицинских организациях.
- Диагностика туберкулёза органов дыхания в муниципальном специализированном учреждении.
- Диагностика туберкулёза органов дыхания в областном специализированном учреждении.

- Выбор режима химиотерапии туберкулёза у детей из очагов с бациллярным контактом.
- Обследование перед началом химиотерапии туберкулёза.
- Вакцинация детей против туберкулёза.

ВОЗБУДИТЕЛЬ

Туберкулёз представляет собой инфекционное заболевание человека и животных, вызываемое группой микобактерий туберкулёзного комплекса. У людей в качестве этиологического агента преобладает Mycobacterium tuberculosis – Микобактерии туберкулеза, человеческий вид.

Ведущий путь распространения туберкулёза — воздушно-капельный, возможны также воздушно-пылевой, контактный, алиментарный пути, не исключается передача инфекции через плаценту от матери к плоду.

ЛАТЕНТНАЯ ИНФЕКЦИЯ

На ранних стадиях заболевания туберкулез протекает бессимптомно или почти без симптомов. Возможно существование туберкулезной инфекции в организме без заболевания – это называется «латентная туберкулезная инфекция». Для выявления латентной инфекции и заболевания на начальных стадиях используют профилактическое, или скрининговое обследование.

СКРИНИНГ

Скрининговое обследование или скрининг происходит от английского слова «screen» – просеивать. В медицине этот термин используют для обозначения массового обследования всего населения. Скрининговые тесты позволяют выявить группы лиц с повышенным риском развития туберкулеза. Они не позволяют установить диагноз туберкулеза, который требует дальнейшего всестороннего обследования. Скрининговый тест должен быть простым в исполнении, безопасным для здоровья, точным и не дорогим. В России основным скрининговым методом определения туберкулезной инфекции у детей является иммунодиагностика, у взрослых – флюорографическое обследование, у подростков – сочетание этих двух методов.

Для раннего выявления туберкулёза у взрослого населения профилактическим медицинским осмотрам подлежат граждане РФ, иностранные граждане и лица без гражданства [105].

Организация профилактических осмотров для выявления больных туберкулёзом и контроль за их проведением осуществляются органами исполнительной власти в области охраны здоровья граждан.

АЛГОРИТМ «СКРИНИНГ НАСЕЛЕНИЯ НА ТУБЕРКУЛЁЗ»

Алгоритм показан на рис. 107. Он содержит три зрительно-смысловые части (ветки):

- Скрининг лиц 18 лет и старше (рис. 107а).
- Скрининг лиц моложе 18 лет (рис. 107б).
- Завершение.

Медицинские организации, обслуживающие взрослое население, проводят профилактические осмотры прикрепленного населения с целью раннего выявления туберкулёза не реже 1 раза в 2 года. В субъектах РФ, муниципальных образованиях с показателем заболеваемости туберкулёзом 40 и более случаев на 100 тысяч населения в год — не реже 1 раза в год (рис. 107а) [106].

Скрининг взрослого населения выполняется путём флюорографического или рентгенологического исследования органов грудной клетки. В случае выявления инфильтративных или очаговых изменений у граждан их направляют в специализированные учреждения для обследования. Если указанные изменения отсутствуют, гражданин считается здоровым и не подлежит наблюдению фтизиатра.

Если гражданин нетранспортабелен или маломобилен, проводится забор мокроты на обнаружение в ней кислотоустойчивых микобактерий методом микроскопии. При выявлении указанных бактерий граждане получают направление в специализированные учреждения для обследования (рис. 107а).

В целях раннего выявления туберкулёза у детей до 15 лет проводится иммунодиагностика. Внутрикожную аллергическую пробу с туберкулином (далее – проба Манту) проводят 1 раз в год всем вакцинированным против туберкулёза детям начиная с 12-месячного возраста до 8 лет независимо от результата предыдущих проб (рис. 107б). Детям от 8 до 15 лет с такой же частотой проводится проба с аллергеном туберкулезным рекомбинантным (АТР) [107].

Если у ребёнка в возрасте от 1 года до 8 лет проба Манту с 2 туберкулиновыми единицами положительна и присутствуют признаки инфекционной аллергии, требуется консультация фтизиатра. При отрицательной пробе ребёнок считается здоровым и наблюдению фтизиатра не подлежит.

Если у ребёнка в возрасте от 8 до 15 лет проба с АТР положительна (или сомнительна), нужна консультация фтизиатра и обследование в противотуберкулёзном диспансере. При отрицательной пробе и отсутствии признаков инфекционной аллергии ребёнок считается здоровым и наблюдению не подлежит.

У ребёнка от 15 до 18 лет проводятся, помимо пробы с АТР, периодические флюорографические обследования [108]. В целях раннего выявления туберкулёза у детей от 15 до 18 лет проводятся:

- плановая ежегодная иммунодиагностика;
- периодические флюорографические обследования (в 15 и 17 лет).

При положительной пробе или выявлении патологии на флюорографии, требуется консультация фтизиатра и обследование в диспансере. В ином случае ребёнок считается здоровым (рис. 107б).

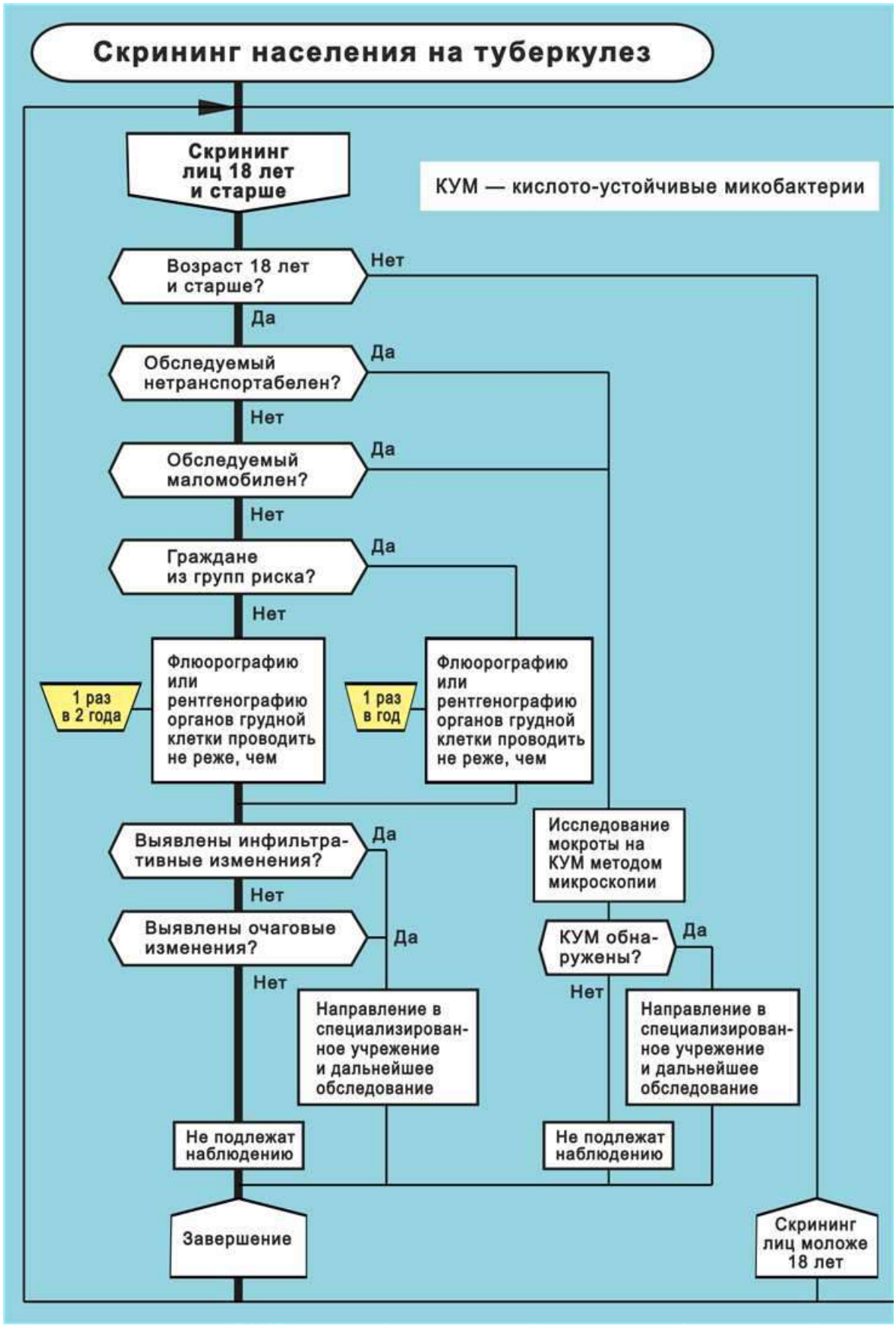


Рис. 107*а*. Алгоритм «Скрининг населения на туберкулёз»

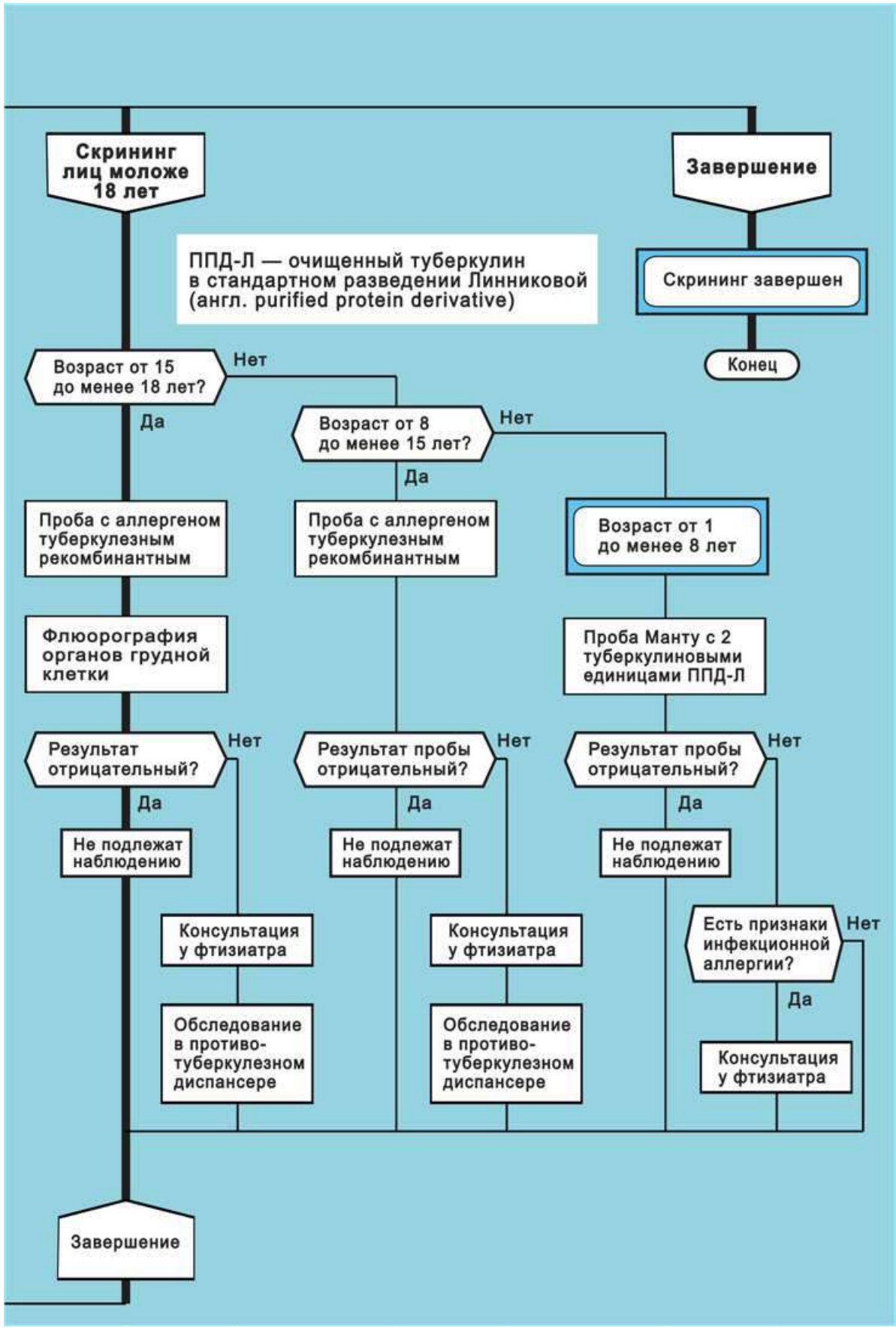


Рис. 107*б*. Алгоритм «Скрининг населения на туберкулёз» *(окончание)*

АЛГОРИТМ «ДЕЙСТВИЯ ПРИ ОТКАЗЕ РОДИТЕЛЕЙ ОТ ПРОБ МАНТУ, АТР»

Алгоритм показан на рис. 108. Он содержит четыре зрительно-смысловые части (ветки):

- Рекомендации врачей (рис. 108а).
- Действия при отказе от тестов.
- Проведение тестов (рис. 108б).
- Выдача заключения.

ВЕТКА «РЕКОМЕНДАЦИИ ВРАЧЕЙ»

Рассмотрим маршрут, идущий по шампуру сверху вниз (рис. 107а). Под названием ветки первой стоит икона Комментарий:

- Родители (законные представители) ребенка отказались от внутрикожных проб Манту, АТР. Далее слово родители означает также «законные представители».

Ниже следуют четыре иконы Действие:

- Родитель приглашается на заседание врачебной комиссии.
- На комиссии проводится дополнительное информирование *(о рекомендации врачей и последствиях отказа от нее. Предлагаются альтернативные диагностические тесты).*
- Направление к фтизиатру.
- Запросить результаты флюорографии обследования окружения ребенка.

Затем попадаем в икону Вопрос

- Родители согласны на проведение альтернативных иммунологических тестов?

Если «Да», идем вниз в икону Адрес:

- Проведение тестов.

Если «Нет», сворачиваем вправо в другую икону Адрес:

- Действия при отказе от тестов.

Адрес «Действия при отказе от тестов» означает, что надо сделать переход наверх в ветку с таким же названием (Действия при отказе от тестов) — см. рис. 108а.

Точно так же Адрес «Проведение тестов» ведет в начало ветки «Проведение тестов» (рис. 108б).

ВЕТКА «ДЕЙСТВИЯ ПРИ ОТКАЗЕ ОТ ТЕСТОВ»

В начале ветки находятся две иконы Действие:

- Предложить проведение обзорной рентгенограммы органов грудной клетки.
- Получить письменное согласие родителей.

Дальше читаем икону Вопрос

- Письменное согласие родителей получено?

Если «Нет», значит

- Исключить заболевание туберкулезом невозможно. Рекомендовано обследование ребенка.

Если «Да», следует

- Проведение рентгенограммы органов грудной клетки.

Затем идут два Вопроса:

- Выявлены инфильтративные изменения?
- Выявлены очаговые изменения?

Если на оба вопроса ответ «Нет», попадаем в икону Адрес

- Выдача заключения.

Если хоть на один вопрос ответ «Да», читаем:

- Дополнительное обследование подтверждает туберкулез органов дыхания.
- Проведение курса химиотерапии до полного излечения.

Далее снова попадаем в тот же Адрес «Выдача заключения», который ведет нас в начало ветки «Выдача заключения» (рис. 108б).

ВЕТКА «ПРОВЕДЕНИЕ ТЕСТОВ»

Переходим к рисунку 108б, который содержит две ветки:

- Проведение тестов.
- Выдача заключения.

Начнем с левой ветки, которая описывает два метода обследования на туберкулёзную инфекцию — два диагностических теста:

- Тест QuantiFERON-TB,
- Тест T-SPOT.TB.

После выполнения любого из этих тестов попадаем в икону Вопрос

- Результат положителен?

Если «Нет» (благоприятный результат), значит инфекция не выявлена и через икону Адрес «Выдача заключения» переходим в ветку с тем же названием.

Если «Да», попадаем в икону Действие

- Обследование у фтизиатра. МСКТ *(мультиспиральная компьютерная томография).*

Далее следует икона Вопрос

- Есть данные за туберкулез?

Если «Да», то следует

- Проведение курса химиотерапии до полного излечения.

После этого через икону Адрес «Выдача заключения» переходим в начало ветки с таким же названием.

Если «Нет» (благоприятный результат) по тому же пути переходим в ветку «Выдача заключения».

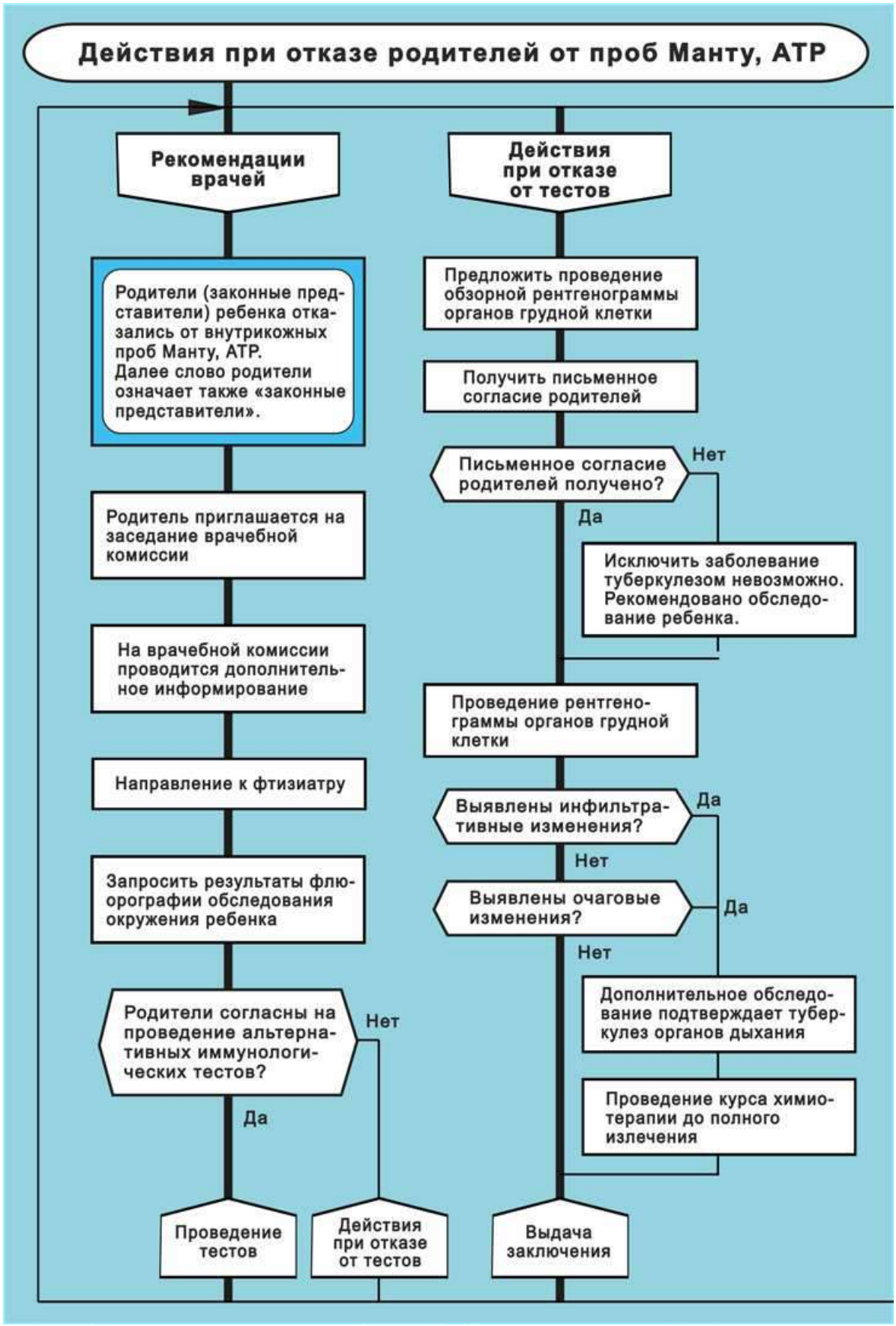


Рис. 108*а*. Алгоритм «Действия при отказе родителей от проб Манту, АТР»

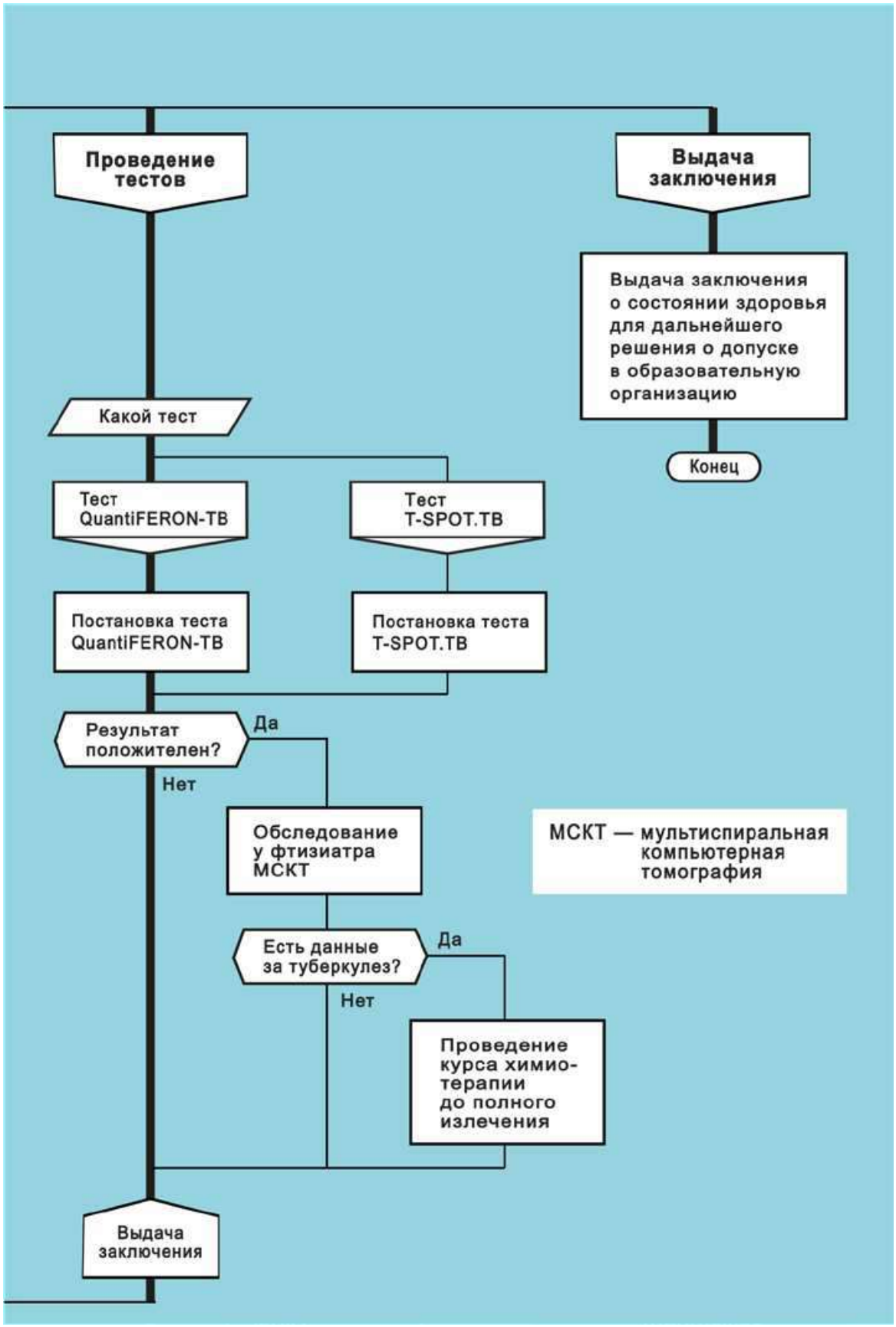


Рис. 108*б*. Алгоритм «Действия при отказе родителей от проб Манту, АТР» *(окончание)*

Поясним. При положительных результатах диагностического теста необходимо дальнейшее обследование у фтизиатра с использованием мультиспиральной компьютерной томографии. При наличии данных за туберкулёз проводится курс химиотерапии до полного излечения.

ВЕТКА «ВЫДАЧА ЗАКЛЮЧЕНИЯ»

В этой ветке всего одна содержательная икона

- Выдача заключения о состоянии здоровья для дальнейшего решения о допуске в образовательную организацию.

Заключение может быть двух типов.

Если родители отказались от проведения обследования, врач не может исключить возможность заболевания туберкулёзом. Следовательно, врач не имеет права выдать справку на разрешение посещения образовательного учреждения.

Другой вариант:

- родители согласились на проведение рентгенологического обследования органов грудной полости;
- отсутствуют инфильтративные или очаговые изменения.

В этом случае возможна выдача справки об отсутствии заболевания туберкулёзом органов дыхания.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ

К альтернативным методам обследования на туберкулёзную инфекцию относятся диагностические тесты in vitro, основанные на высвобождении гамма-интерферона Т-лимфоцитами.

В настоящее время существует два коммерческих диагностических теста, основанных на данной технологии.

Тест QuantiFERON-TB использует твёрдофазный иммуносорбентный анализ для измерения антиген-специфичной продукции гамма-интерферона циркулирующими Т-клетками в цельной крови. Это происходит под влиянием антигенов ESAT-6, CFP-10 и TB7.7.

Тест T-SPOT.TB с помощью техники Elispot определяет количество мононуклеарных клеток периферической крови, продуцирующих гамма-интерферон.

ФАКТОРЫ РИСКА

К факторам риска заболевания туберкулёзом относятся:

- контакт с больными туберкулезом людьми (тесный семейный, тесный квартирный, производственный, случайный) и контакт с животными;
- отсутствие вакцинации против туберкулеза (БЦЖ, БЦЖ-М);

- сопутствующие хронические заболевания: инфекции мочевыводящих путей, хронические гнойно-воспалительные заболевания органов дыхания, сахарный диабет, анемии, психоневрологическая патология, заболевания, требующие длительной цитостатической, иммуносупрессивной терапии (более одного месяца);
- иммунодефициты первичные и вторичные, ВИЧ-инфекция, часто болеющие дети;
- младший возраст (от 0 до 3 лет) или препубертатный и подростковый возраст (от 13 до 17 лет);
- социальный фактор: алкоголизм родителей, наркомания у родителей, пребывание родителей в местах лишения свободы, безработица родителей, беспризорность детей и подростков, попадание детей в детские приюты, детские дома, социальные центры и т. д., лишение родителей родительских прав, мигранты, беженцы и др.

ЦЕЛЬ

Цель лечебных мероприятий при латентной туберкулёзной инфекции – вторичная профилактика заболевания туберкулезом.

Проведение превентивной противотуберкулезной химиотерапии латентной инфекции уменьшает риск развития туберкулеза в дальнейшем в 5–7 раз.

АЛГОРИТМ «ВЫБОР РЕЖИМА ПРЕВЕНТИВНОЙ ХИМИОТЕРАПИИ»

Алгоритм показан на рис. 109. Он содержит три зрительно-смысловые части (ветки):

- Реакция на пробу с АТР (рис. 109а).
- Слабо выраженная реакция (рис. 109б).
- Превентивная химиотерапия.

Проведение превентивной химиотерапии детям рекомендовано с целью повышения эффективности профилактики туберкулеза при наличии:

- положительных и сомнительных реакций на антиген туберкулёзный рекомбинантный (АТР);
- положительных реакций на тесты, основанные на высвобождении Т-лимфоцитами гамма-интерферона;
- контакта с больными туберкулезом;
- высокого риска развития туберкулеза (иммунодефицитные состояния, лечение препаратами, вызывающими иммуносупрессию и др.).

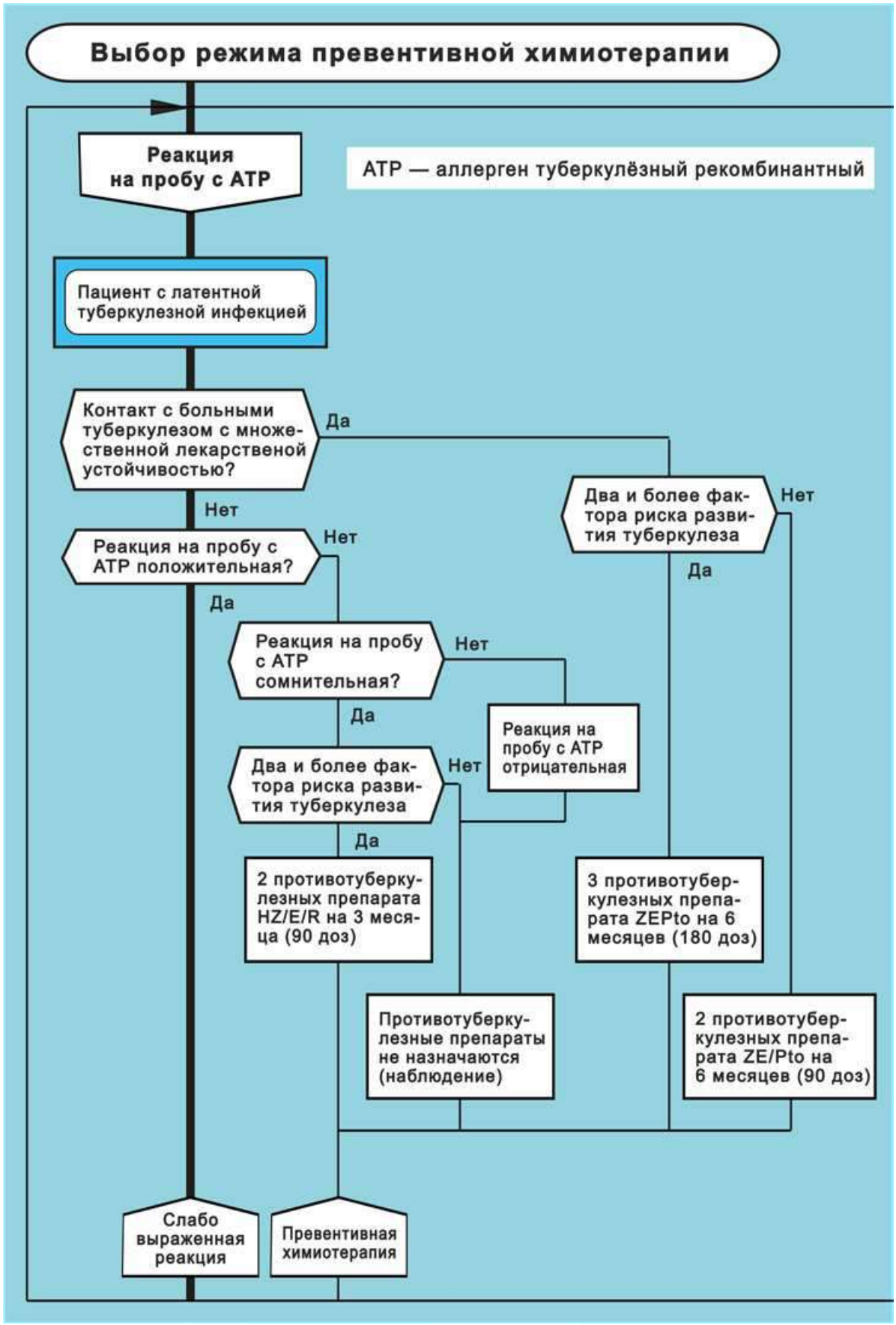


Рис. 109*а*. Алгоритм «Выбор режима превентивной химиотерапии»

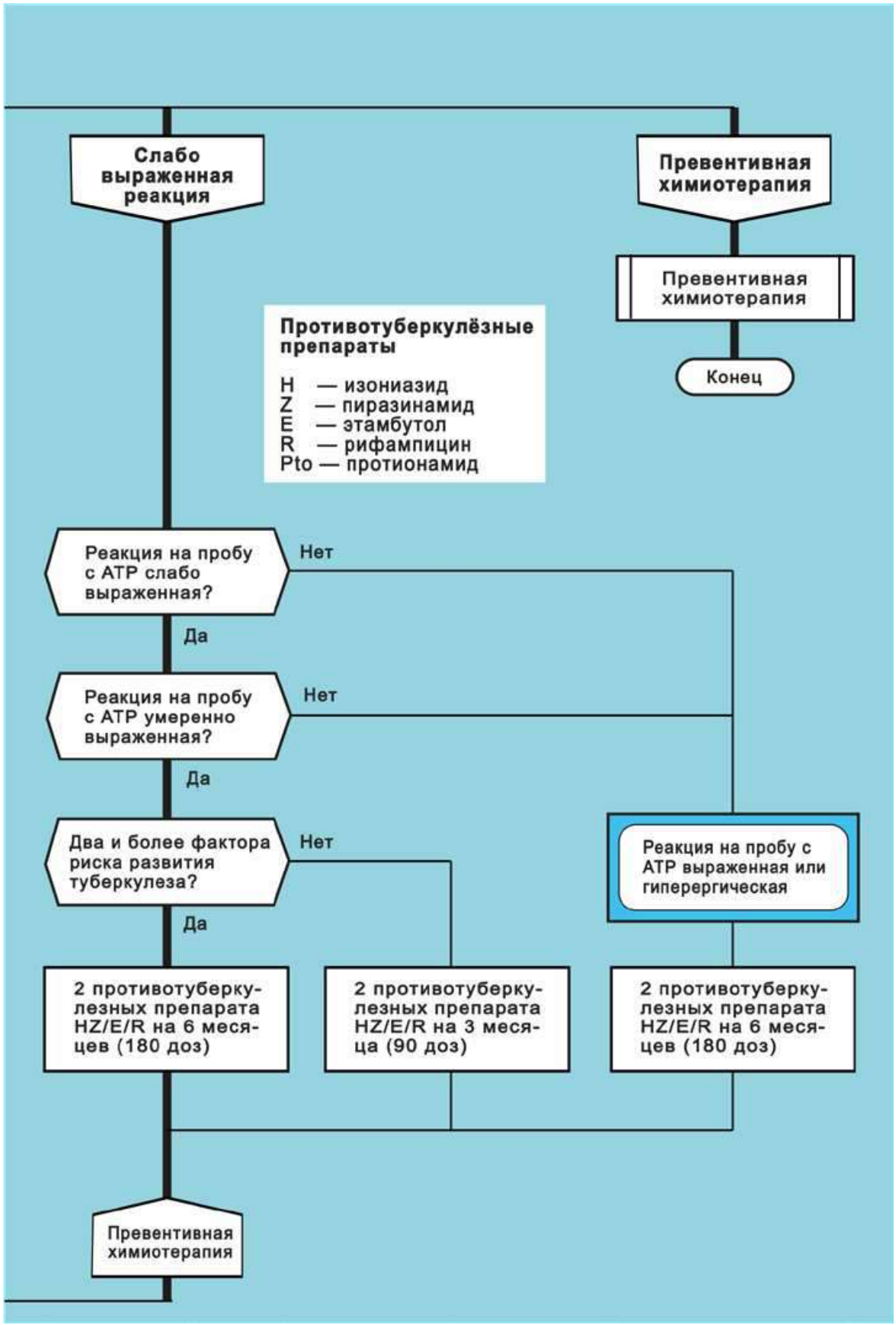


Рис. 109*б*. Алгоритм «Выбор режима превентивной химиотерапии» *(окончание)*

Перед назначением превентивной химиотерапии необходимо комплексное обследование для оценки состояния систем органов и выявления противопоказаний к препаратам.

В превентивных целях используют четыре режима, которые назначают в зависимости от:

- наличия контакта с больными туберкулёзом с множественной лекарственной устойчивостью к микобактериям туберкулеза (МЛУ МБТ) или без нее в анамнезе;
- факторов риска развития туберкулёза;
- результата реакции на пробу с АТР.

При двух и более факторах риска и сомнительной реакции на пробу с АТР назначают 2 противотуберкулезных препарата на 3 месяца (90 доз) — см. рис. 109а.

Рассмотрим сочетание условий:

- У пациента в анамнезе имеется контакт с больными туберкулезом с МЛУ МБТ.
- Устойчивость микобактерий туберкулеза к сочетанию изониазида и рифампицина или рифампицину, независимо от наличия устойчивости к другим противотуберкулезным препаратам.
- Доказана устойчивость микобактерий туберкулеза к изониазиду у предполагаемого источника заражения, либо непереносимость изониазида.
- Есть один фактор риска развития туберкулёза.
- Есть положительная реакция на пробу с АТР.

При таком сочетании условий назначают 2 противотуберкулезных препарата без изониазида на 3 месяца (90 доз) — см. рис. 109а.

Рассмотрим другое сочетание условий:

- У пациента в анамнезе имеется контакт с больными туберкулезом с МЛУ МБТ.
- Есть два и более фактора риска.
- Есть положительная реакция на пробу с АТР.
- Имеется доказанная устойчивость к изониазиду у предполагаемого источника заражения, либо непереносимость изониазида.
- Имеется наиболее высокий риск заболевания туберкулезом

При данном сочетании условий назначают 3 противотуберкулезных препарата без изониазида на 6 месяцев (рис. 109а).

При отсутствии факторов риска и положительной (слабо выраженной или умеренно выраженной) реакции на пробу с АТР назначают 2 противотуберкулезных препарата на 3 месяца (90 доз) — см. рис. 109б.

При двух и более факторах риска и положительной (умеренно выраженной) реакции на пробу с АТР назначают 2 противотуберкулезных препарата на 6 месяцев (180 доз) — см. рис. 109б.

При положительной (выраженной или гиперергической) реакции на пробу с АТР вне зависимости от факторов риска назначают 2 противотуберкулезных препарата на 6 месяцев (180 доз) — см. рис. 109б.

В превентивной химиотерапии используют преимущественно двухкомпонентные режимы:

- изониазид–этамбутол;
- изониазид–пиразинамид;
- изониазид–рифампицин;
- изониазид–рифапентин.

Применение рифампицина с пиразинамидом не рекомендуется в связи с повышенным риском гепатотоксичности. Этамбутол не назначают детям до 12 лет; при диабетической ретинопатии, неврите зрительного нерва. Пиразинамид противопоказан при подагре, с осторожностью необходимо назначать при заболеваниях печени, перенесенном гепатите, метаболической нефропатии. Рифампицин и рифапентин противопоказаны при активном гепатите и назначаются только в условиях туберкулезного стационара или санатория. Изониазид противопоказан при судорожных состояниях.

Помимо противотуберкулёзных препаратов в терапии также используются пиридоксин (витамин В6), гепатопротекторы, антигистаминные препараты для профилактики и купирования побочных реакций и нежелательных явлений.

КАК ПОВЫСИТЬ ПРИВЕРЖЕННОСТЬ ПАЦИЕНТА К ЛЕЧЕНИЮ

Для повышения приверженности к лечению необходимо соблюдение принципов противотуберкулёзной химиотерапии:

- прием противотуберкулёзных препаратов строго под контролем медицинского работника;
- повышение приверженности родителей к проведению химиотерапии путем разъяснительных бесед;
- использование интермиттирующего приема препаратов только при плохой переносимости.

ДИНАМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

В ходе проведения химиотерапии проводится динамическое обследование пациента для обеспечения безопасности медицинской помощи и предотвращения нежелательных явлений лекарственных препаратов. Последнее включает в себя:

- клинический анализ крови развернутый и общий,
- клинический анализ мочи не реже 1 раз в месяц, по показаниям – чаще;

- биохимический анализ крови,
- комплекс исследований для оценки повреждения клеток печени (определение в крови уровня АлАТ, АсАТ, ГГТ, билирубина общего и прямого) не реже 1 раза в месяц, по показаниям – чаще;
- внутрикожную пробу с АТР по окончании курса лечения и далее 1 раз в 6 месяцев до снятия с учета;
- рентгенографию органов грудной клетки 1 раз в 6 месяцев, по показаниям – чаще.

Главным критерием эффективности превентивной химиотерапии является отсутствие заболевания туберкулезом в течение не менее двух лет после окончания лечения.

АЛГОРИТМ «ДИАГНОСТИКА ТУБЕРКУЛЕЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НА МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЕ»

Алгоритм показан на рис. 110. Он содержит две зрительно-смысловые части (ветки):

- Проведение исследований (рис. 110а).
- Диагностика (рис. 110б).

В медорганизациях муниципального уровня при подозрении на туберкулез обязательно выполняются:

- исследование мокроты методами световой микроскопии на наличие кислотоустойчивых микроорганизмов с окраской по Цилю – Нильсену или микроскопии с окраской люминесцентными красителями;
- обзорная рентгенография органов грудной клетки;
- диагностическая проба с аллергеном туберкулезным рекомбинантным в стандартном разведении (рис. 110а).

Исследования методами микроскопии должно быть проведено трехкратно в течение 2 дней. Первая и вторая пробы мокроты должны быть получены в день обращения пациента в медицинских организациях с интервалом 2–3 часа. Третья проба должна быть получена на следующий день утром, до приема пищи. При невозможности получения третьей пробы на следующий день допускается получение ее в первый день, с интервалом 2–3 часа после второй.

Должны соблюдаться санитарно-эпидемиологические правила сбора мокроты (наличие отдельного помещения, вентиляции, индивидуальных средств защиты медперсонала). Сбор мокроты проводится после проведения инструктажа пациента под непосредственным наблюдением обученного методике сбора диагностического материала медперсонала.

При получении положительного результата исследования мокроты методами микроскопии на кислотоустойчивые микобактерии больной должен быть изолирован, проконсультирован фтизиатром и направлен санитарным транспортом в специализированную противотуберкулезную медицинскую организацию.

При отрицательном результате проводится молекулярно-генетическое исследование на наличие маркеров ДНК микобактерий туберкулёза.

При получении положительного результата молекулярно-генетического исследования больной должен быть проконсультирован врачом-фтизиатром.

В случае невозможности исключения туберкулеза при проведении данного комплекса диагностических исследований больному проводится мультиспиральная компьютерная томография (рис. 110б).

Лихорадящим больным с ВИЧ-инфекцией с иммуносупрессией при отсутствии изменений на обзорной рентгенограмме грудной клетки мультиспиральная компьютерная томография легких и средостения проводится обязательно.

АЛГОРИТМ «ДИАГНОСТИКА ТУБЕРКУЛЁЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ОБЛАСТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ»

Алгоритм показан на рис. 111. Он содержит две зрительно-смысловые части (ветки):

- Проведение исследований (рис. 111а).
- Диагностика (рис. 111б).

В областных (краевых, окружных, республиканских) медицинских организациях проводят обязательные диагностические исследования. При выявлении бактериовыделения — при невозможности перевода больного в организацию, оказывающую специализированную медицинскую помощь по профилю «фтизиатрия» — дальнейшие диагностические и лечебные мероприятия должны быть организованы с соблюдением санитарно-эпидемиологических правил ведения инфекционного больного:

- изоляция в отдельном помещении,
- недопущение контакта инфекционного больного с другими пациентами,
- использование индивидуальных средств защиты медперсоналом.

При невозможности исключения туберкулеза после проведения комплекса исследований и наличии показаний проводится бронхоскопия с комплексом биопсий для цитологических, гистологических, микробиологических и молекулярно-генетических исследований. В случае выявления возбудителя организуется проведение исследования на лекарственную чувствительность возбудителя.

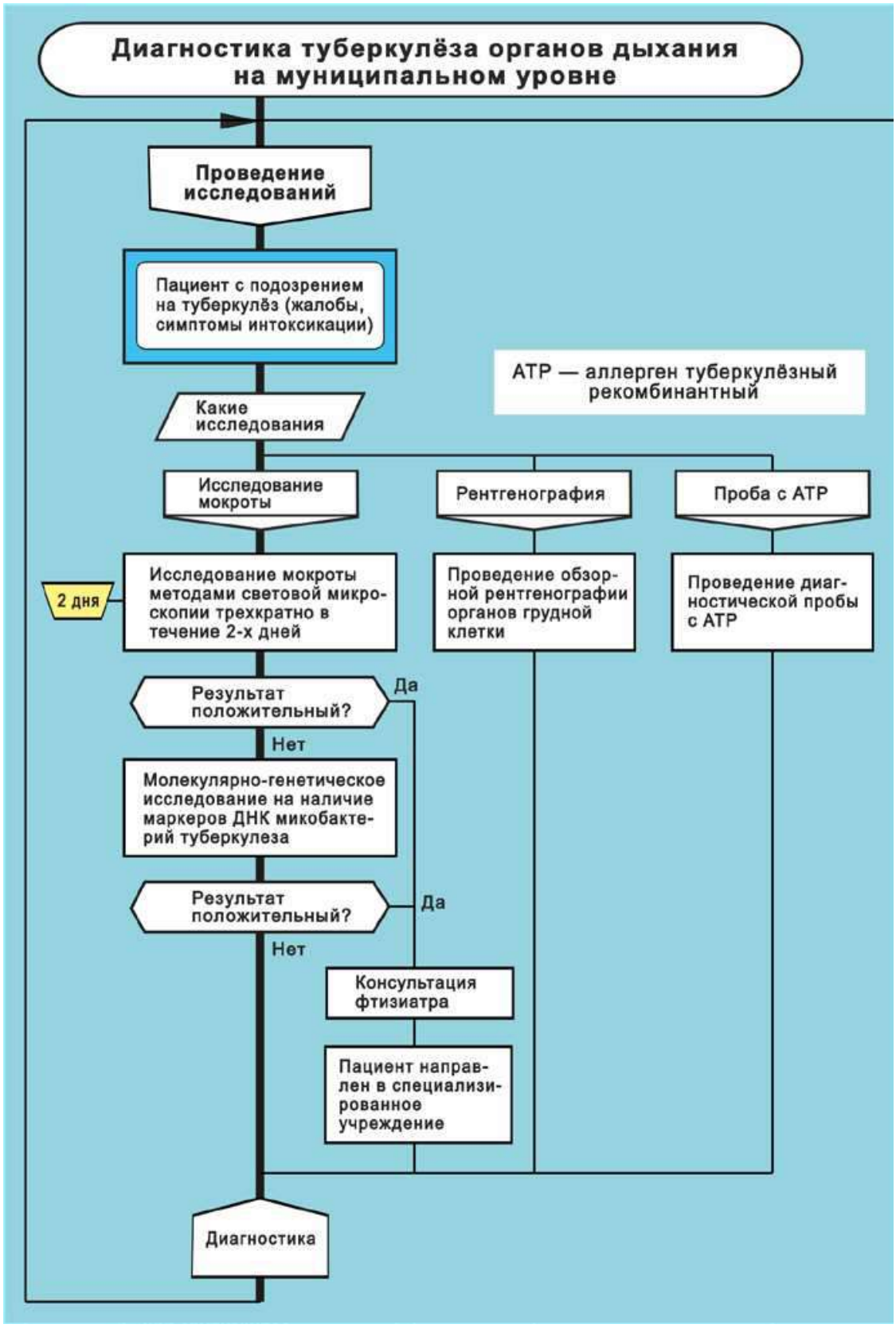


Рис. 110*а*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания на муниципальном уровне»

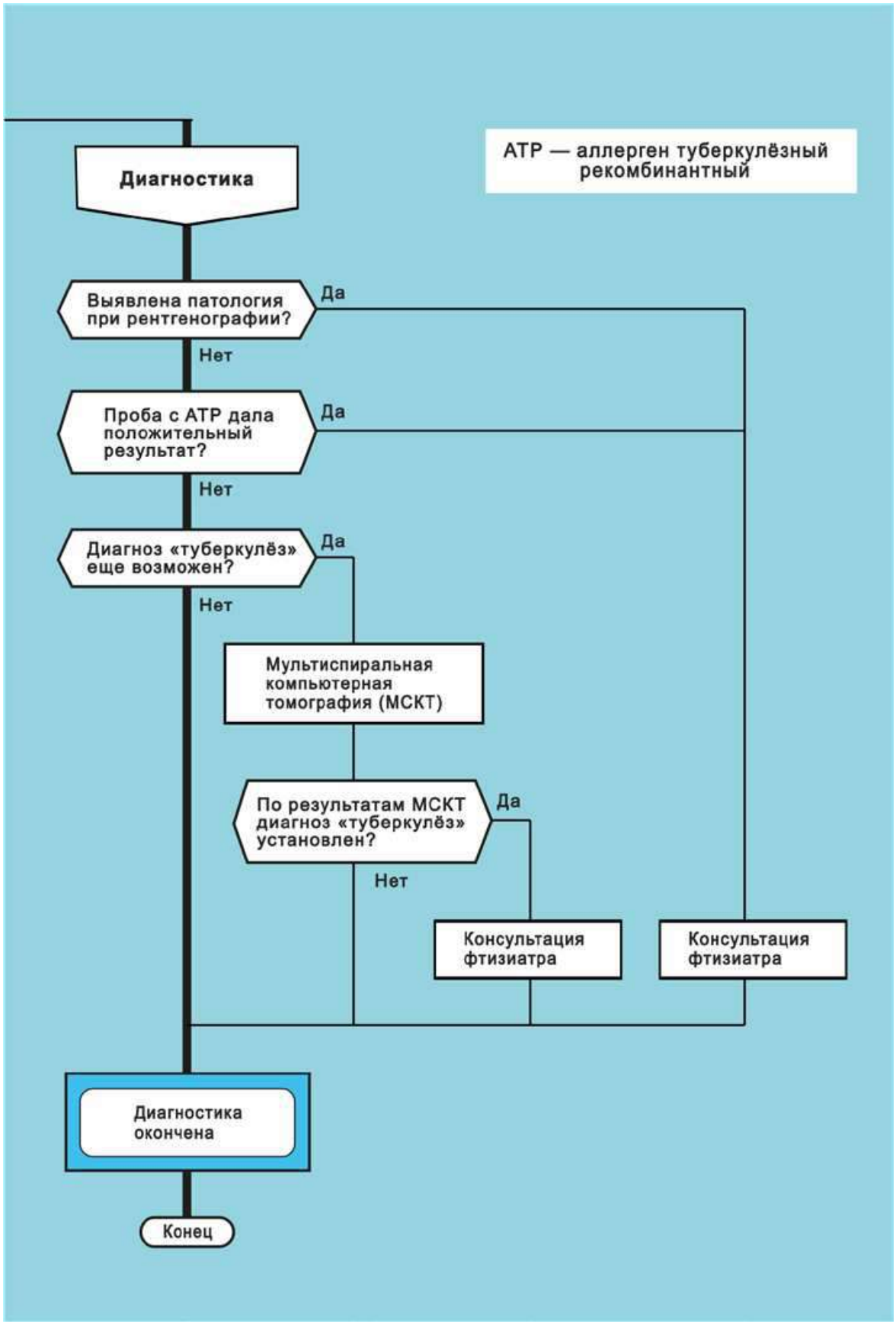


Рис. 110*б*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания на муниципальном уровне»

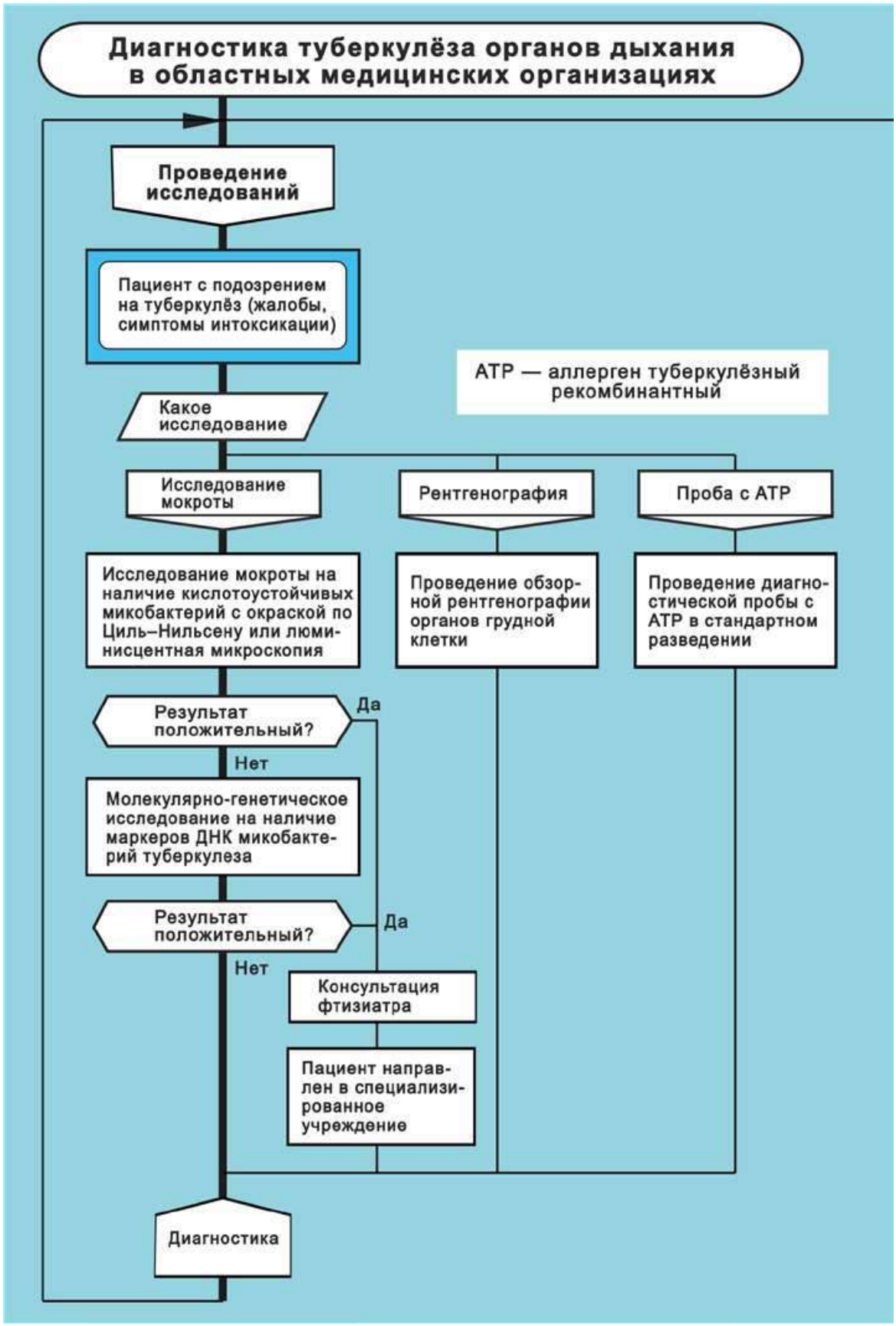


Рис. 111*а*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областных медицинских организациях»

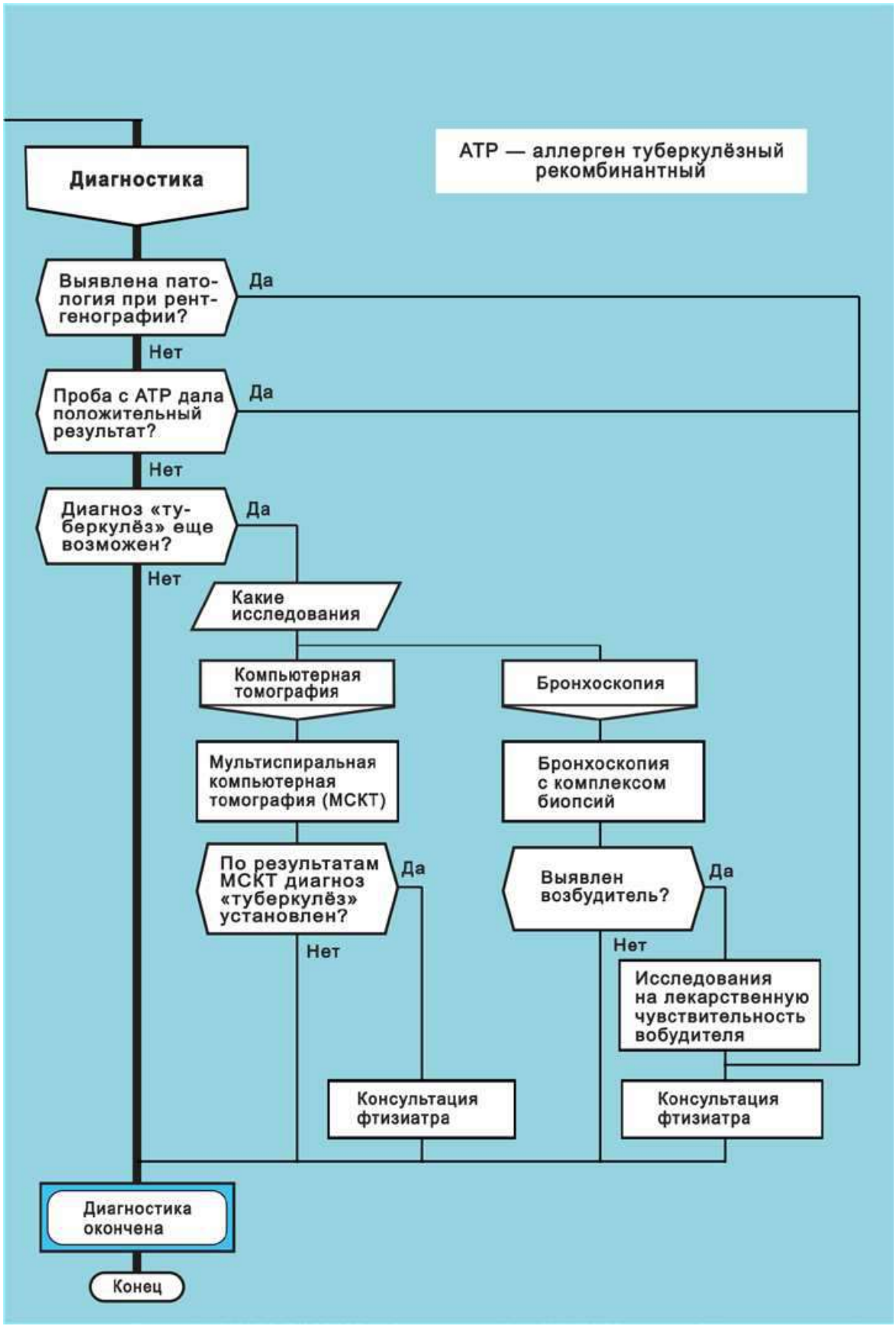


Рис. 111*б*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областных медицинских организациях» *(окончание)*

Рис. 112*а*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в муниципальном специализированном учреждении»

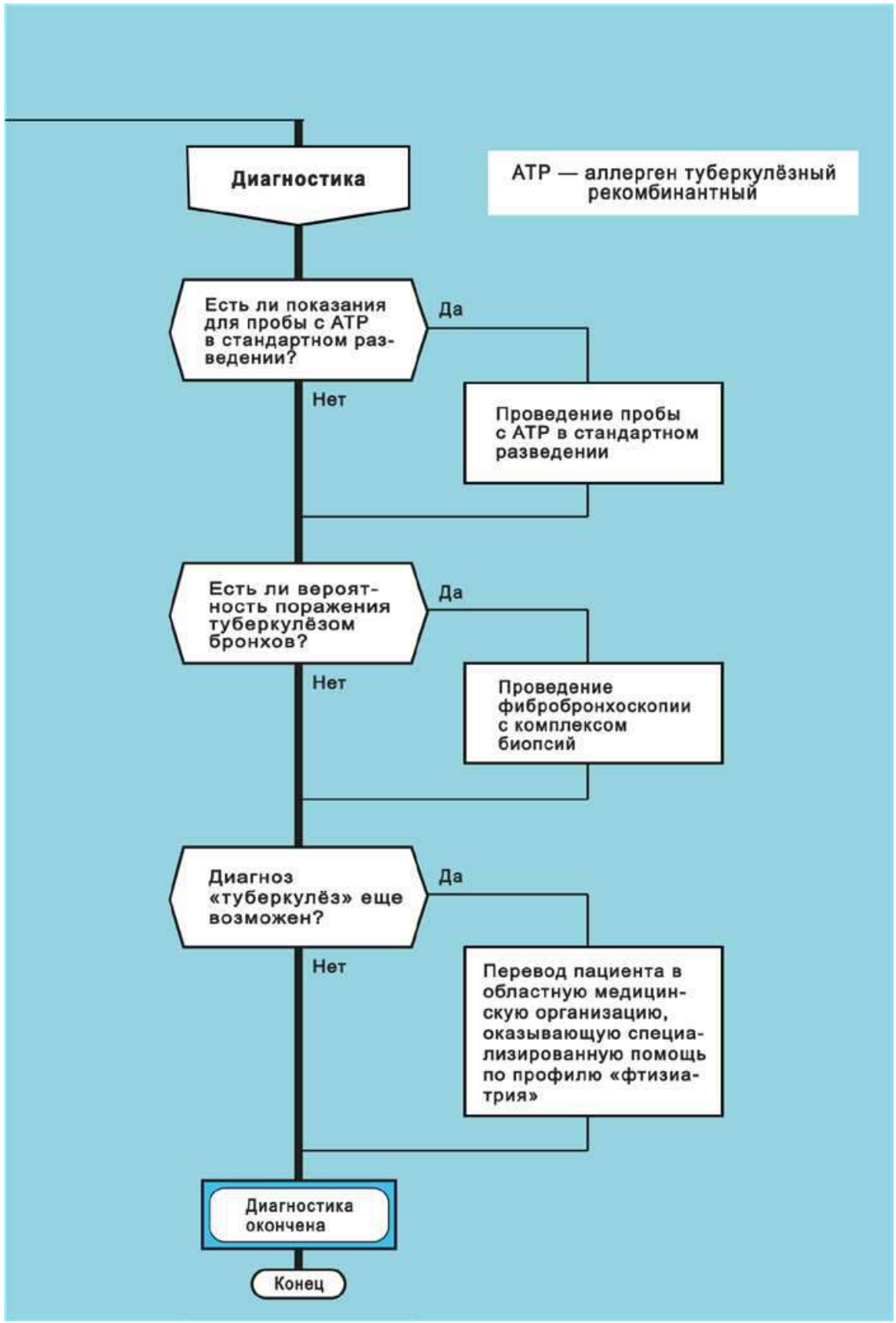


Рис. 112*б*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в муниципальном специализированном учреждении» *(окончание)*

АЛГОРИТМ «ДИАГНОСТИКА ТУБЕРКУЛЁЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В МУНИЦИПАЛЬНОМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ УЧРЕЖДЕНИИ»

Алгоритм показан на рис. 112. Он содержит две ветки:

- Проведение исследований (рис. 112а).
- Диагностика (рис. 112б).

В медицинских организациях муниципального уровня, оказывающих специализированную медицинскую помощь по профилю «фтизиатрия» обязательными исследованиями при постановке диагноза туберкулеза являются:

- микробиологические исследования, включающие исследование двух образцов диагностического материала методами люминесцентной микроскопии;
- молекулярно-генетические на наличие маркеров ДНК микобактерий туберкулеза и устойчивость к противотуберкулезным препаратам (как минимум, к рифампицину);
- культуральные на жидкой и плотной питательной среде, видовую идентификацию выделенных культур;
- определение лекарственной чувствительности микобактерий туберкулеза к противотуберкулезным препаратам культуральным методом на жидкой или плотной питательной среде;
- рентгенография органов грудной клетки.

При необходимости верификации патологического процесса и проведения дальнейшей дифференциальной диагностики проводится фибробронхоскопия с комплексом биопсий для цитологического, гистологического и микробиологического исследований диагностического материала (микроскопия, молекулярно-генетическое, культуральное исследование).

При невозможности исключить туберкулез после проведения комплекса диагностических исследований, больной переводится для дальнейшего обследования в областную (краевую, окружную, республиканскую) организацию, оказывающую специализированную медицинскую помощь по профилю «фтизиатрия».

АЛГОРИТМ «ДИАГНОСТИКА ТУБЕРКУЛЁЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ОБЛАСТНОМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ УЧРЕЖДЕНИИ»

Алгоритм показан на рис. 113. Он содержит две ветки:

- Проведение исследований (рис. 113а).
- Диагностика (рис. 113б).

В областных медицинских организациях, оказывающих специализированную медицинскую помощь по профилю «фтизиатрия» обязательными диагностическими исследованиями при постановке диагноза туберкулеза являются:

- микробиологические исследования, включающее исследование двух образцов диагностического материала методами люминесцентной микроскопии;
- молекулярно-генетические на наличие маркеров ДНК микобактерий туберкулеза и мутаций устойчивости к противотуберкулезным препаратам, как минимум к рифампицину,
- культуральные на жидкой и плотной питательной среде, видовую идентификацию выделенных культур,
- определение лекарственной чувствительности микобактерий туберкулеза к противотуберкулезным препаратам культуральным методом на жидкой питательной среде;
- рентгенографию органов грудной клетки.

По показаниям проводятся мультиспиральная компьютерная томография, диагностическая проба с аллергеном туберкулезным рекомбинантным в стандартном разведении, бронхоскопия с комплексом биопсий.

При наличии легочно-хирургического отделения для верификации патологического процесса используются хирургические методы:

- трансторакальная аспирационная биопсия легкого;
- пункционная биопсия плевры;
- медиастиноскопия;
- видеоторакоскопия;
- открытая биопсия легкого.

Это нужно для получения диагностического материала для цитологического, гистологического и микробиологического исследований:

- микроскопия,
- молекулярно-генетические исследования на наличие ДНК микобактерий туберкулеза;
- посев, определение лекарственной чувствительности микробиологическими и молекулярно-генетическими методами.

АЛГОРИТМ «ВЫБОР РЕЖИМА ХИМИОТЕРАПИИ ТУБЕРКУЛЁЗА У ДЕТЕЙ ИЗ ОЧАГОВ С БАЦИЛЛЯРНЫМ КОНТАКТОМ»

Алгоритм показан на рис. 114. Он содержит две ветки:

- Тест на бактериовыделение (рис. 114а).
- Выбор режима при отсутствии бактериовыделения (рис. 114б).

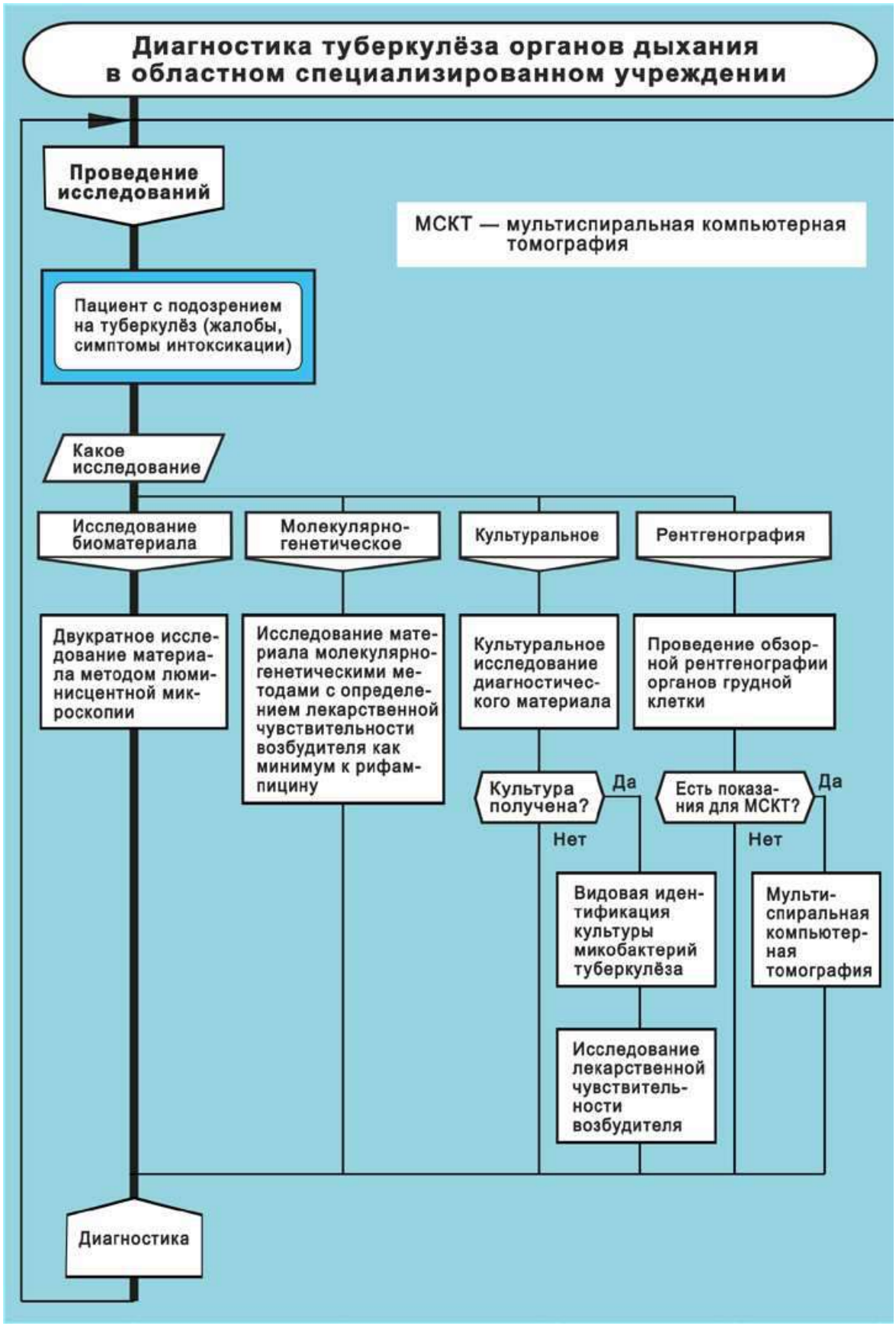


Рис. 113*а*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областном специализированном учреждении»

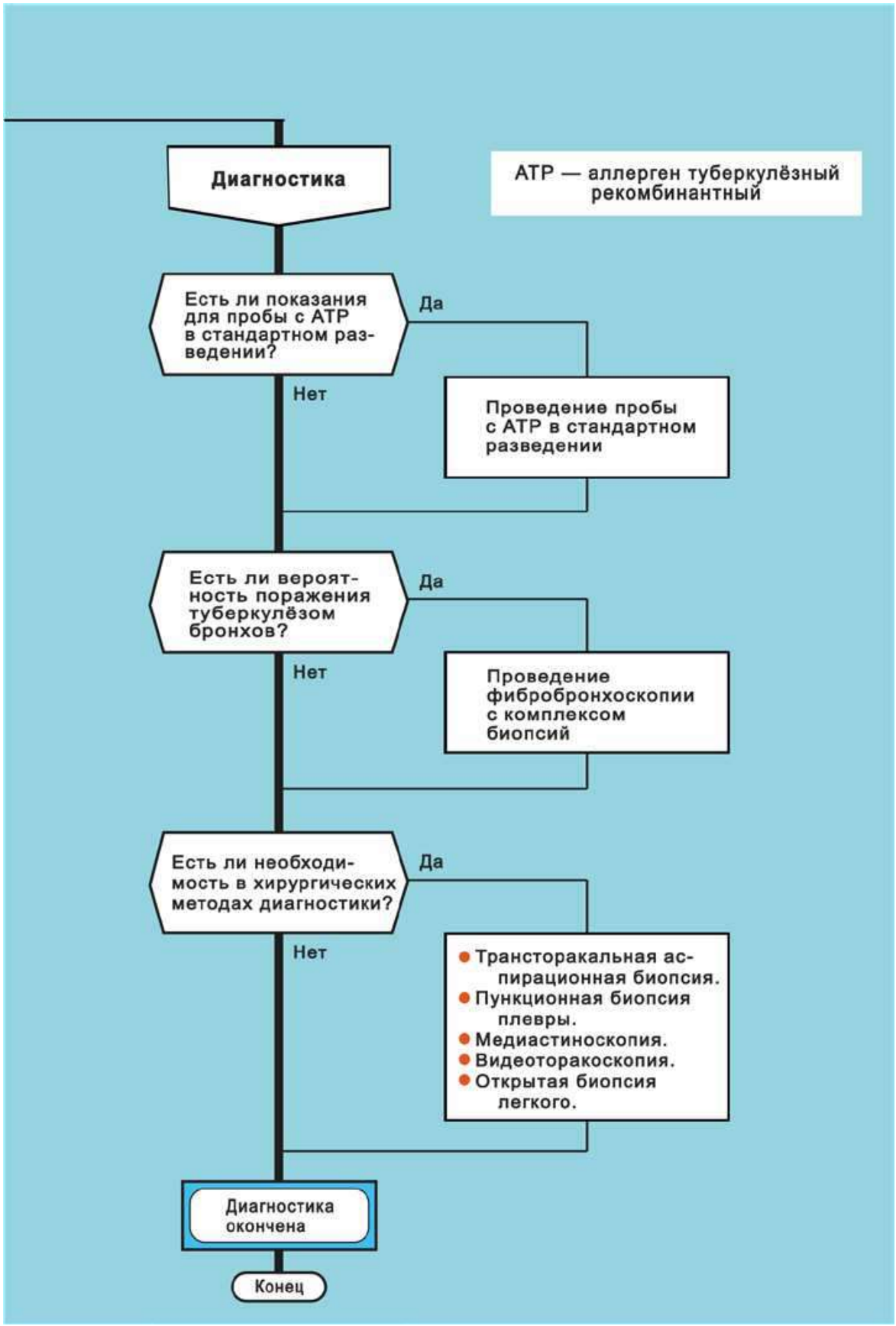


Рис. 113*б*. Алгоритм «Диагностика туберкулёза органов дыхания в областном специализированном учреждении» *(окончание)*

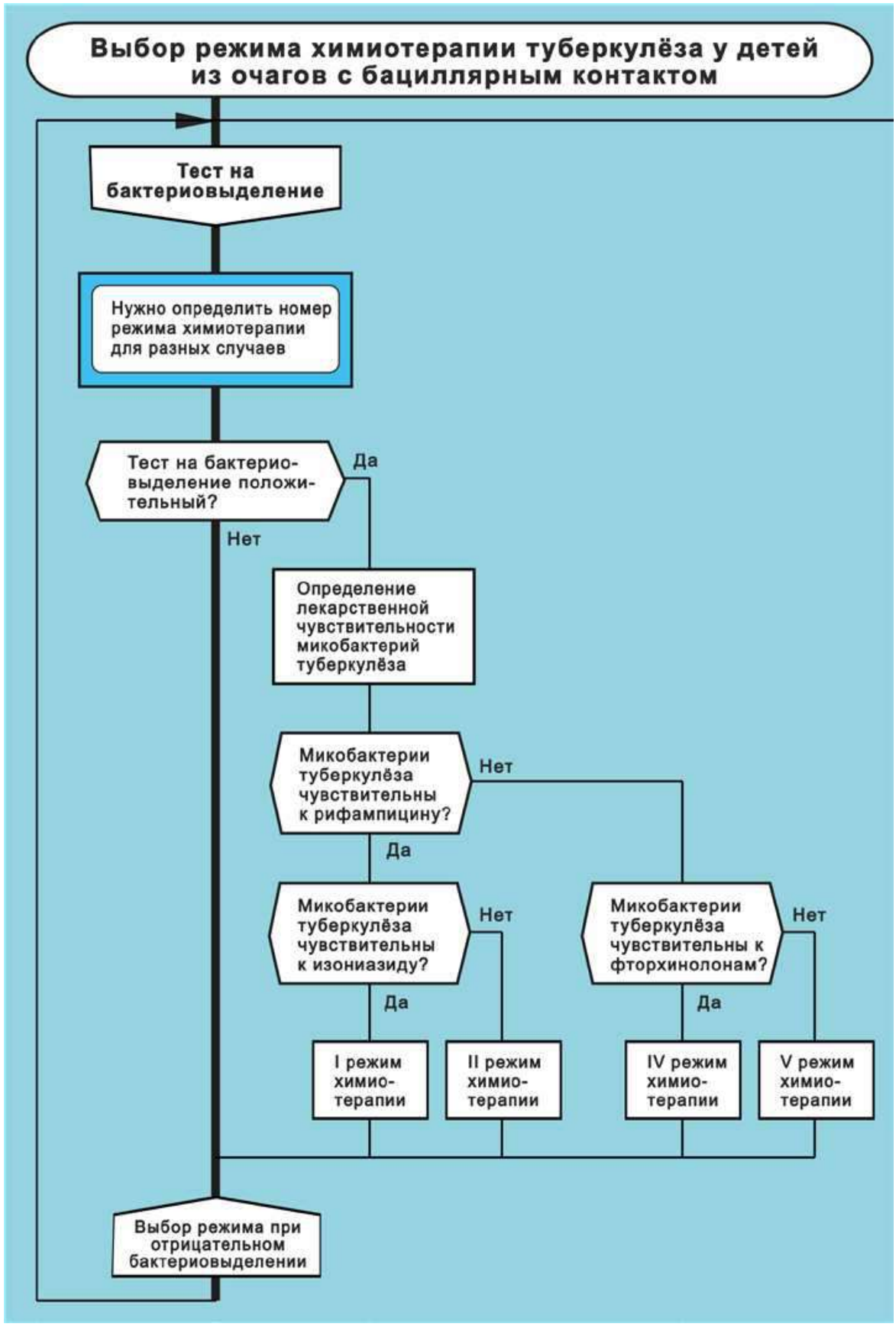


Рис. 114*а*. Алгоритм «Выбор режима химиотерапии туберкулеза у детей из очагов с бациллярным контактом»

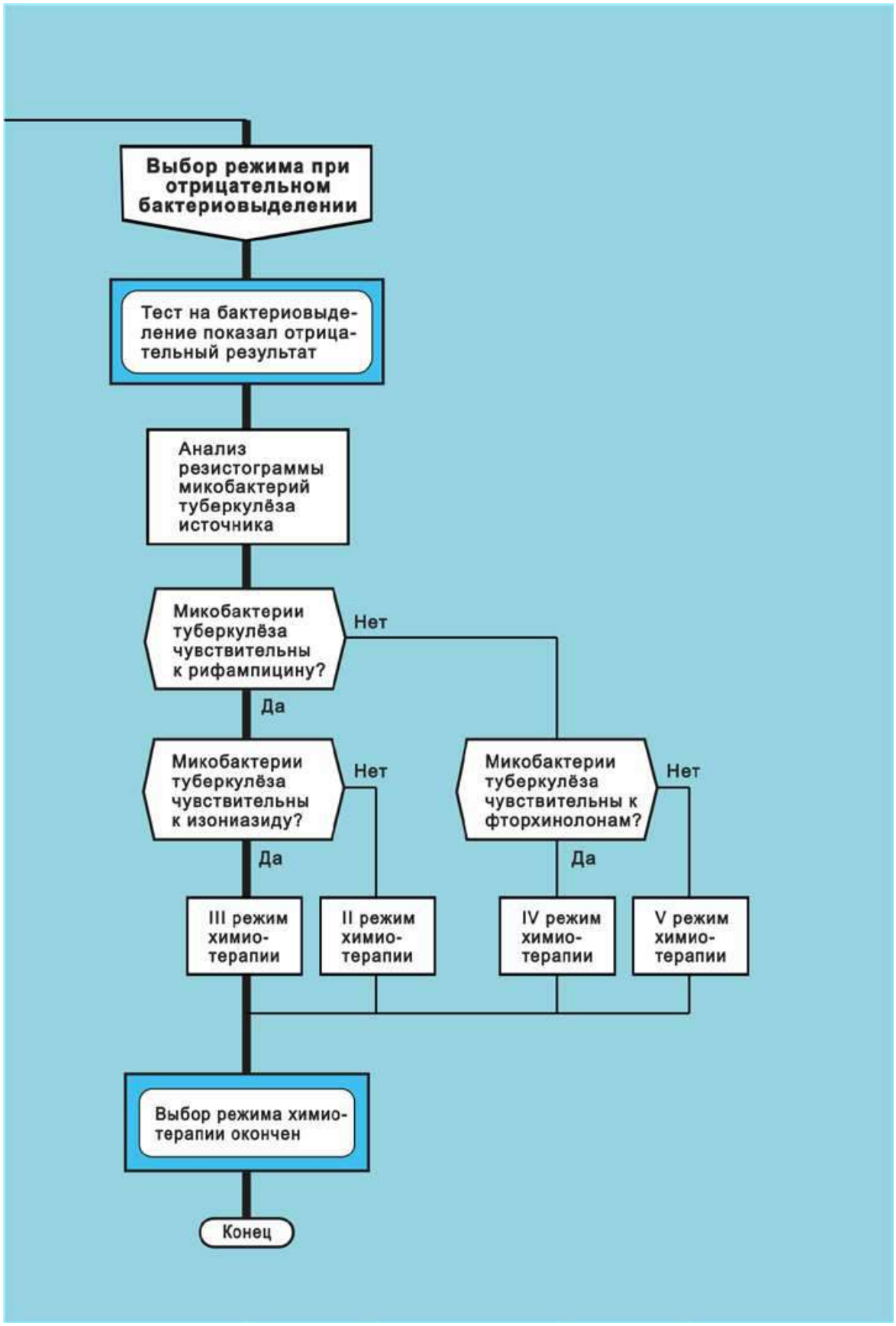


Рис. 114*б*. Алгоритм «Выбор режима химиотерапии туберкулеза у детей из очагов с бациллярным контактом» *(окончание)*

Детям при заболевании туберкулёзом рекомендуется проведение как минимум двукратного исследования мокроты или иного диагностического материала на микобактерии туберкулёза (МБТ) с интервалом в 2–3 дня с использованием бактериоскопического, бактериологического, молекулярно-генетического методов.

В ситуации, когда тесты на бактериовыделение самого ребёнка дали положительный результат и рост культуры МБТ, что у детей встречается редко (около 5% всех случаев заболевания туберкулезом), решение о выборе режима химиотерапии исходит из результатов установления резистограммы МБТ, выделенных ребенком (рис. 114а).

В первую очередь рассматривается устойчивость культуры больного к рифампицину и изониазиду. В случае сохранённой чувствительности к этим препаратам назначается I режим химиотерапии. В случае сохранённой чувствительности к рифампицину и устойчивости к изониазиду назначается II режим химиотерапии (рис. 114а).

При устойчивости МБТ к рифампицину выбор режима химиотерапии исходит из результатов чувствительности к фторхинолам. В случае сохранения чувствительности выбирается IV режим химиотерапии. В случае отсутствия чувствительности выбирается V режим химиотерапии, который назначается пациентам с установленной лекарственной устойчивостью МБТ к изониазиду и рифампицину в сочетании с устойчивостью к фторхинолонам (рис. 114а).

При отрицательном результате тестов на бактериовыделение необходимо осуществлять выбор режима химиотерапии в зависимости от резистограммы МБТ у источника (взрослого больного, от которого заразился ребёнок) — см. рис. 114б.

Изучая данные сведения, смотрим на чувствительность микобактерий источника к рифампицину и изониазиду. В случае сохранённой чувствительности к обоим препаратам выбирается III режим химиотерапии, который назначается детям с туберкулёзом органов дыхания без бактериовыделения и риска развития множественной лекарственной устойчивости. В случае сохранённой чувствительности к рифампицину и устойчивости к изониазиду назначается II режим химиотерапии (рис. 114б) .

В случае устойчивости к рифампицину выбор режима химиотерапии исходит из данных о сохранении или отсутствии чувствительности к фторхинолонам. В случае сохранения чувствительности используется IV режим химиотерапии, который назначается пациентам с туберкулёзом органов дыхания с риском множественной лекарственной устойчивости возбудителя (рис. 114б).

В случае отсутствия чувствительности МБТ к фторхинолонам. выбирается V режим химиотерапии, который назначается пациентам с туберкулёзом органов дыхания без бактериологического подтверждения, при подозрении на широкую лекарственную устойчивость (ШЛУ), в том числе из достоверного тесного контакта с пациента с туберкулезом с ШЛУ МБТ для достижения элиминации возбудителя (рис. 114б).

АЛГОРИТМ «ОБСЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕД НАЧАЛОМ ХИМИОТЕРАПИИ ТУБЕРКУЛЁЗА»

Алгоритм показан на рис. 115. Он содержит две ветки:

- Проведение исследований (рис. 115а).
- Консультации и подбор препаратов (рис. 115б).

Перед началом химиотерапии проводится комплексное обследование пациента, позволяющее верифицировать диагноз и определить тактику лечения, включающее в себя:

- сбор жалоб и анамнеза;
- физикальное обследование;
- исследование диагностического материала на микобактерии туберкулёза методами: микроскопическими, культуральными, молекулярно-генетическими;
- определение лекарственной чувствительности выделенного возбудителя молекулярно-генетическими и культуральными методами;
- рентгенографию органов грудной клетки;
- мультиспиральную компьютерную томографию, бронхоскопию и функциональное исследование лёгких (по показаниям);
- биохимический анализ крови: билирубин, АЛТ, АСТ, глюкоза;
- клиренс креатинина;
- общий анализ мочи;
- клинический анализ крови.

В процессе лечения пациентов, больных туберкулёзом, могут возникнуть неблагоприятные побочные действия применяемых химиотерапевтических средств.

Наиболее частыми неблагоприятными побочными реакциями организма на препараты являются: тошнота, рвота, диарея, артралгия, гипокалиемия, гепатит, ототоксические и аллергические реакции. Реже возникают гипотиреоз, нейропсихические расстройства и нефротоксические реакции.

С целью уточнения диагноза, снижения риска развития неблагоприятных побочных реакций и выявления противопоказаний к препаратам перед началом химиотерапии проводится комплексное обследование, включающее клинические, рентгенологические, лабораторные, микробиологические методы, производится регистрация электрокардиограммы.

Необходимы консультации специалистов других специальностей:

- осмотр окулистом перед назначением этамбутола, так как некоторые заболевания глаз являются противопоказанием для его назначения;
- осмотр оториноларингологом и аудиограмма перед назначением аминогликозидов (амикацин, канамицин), так как эти препараты могут вызывать снижение слуха.

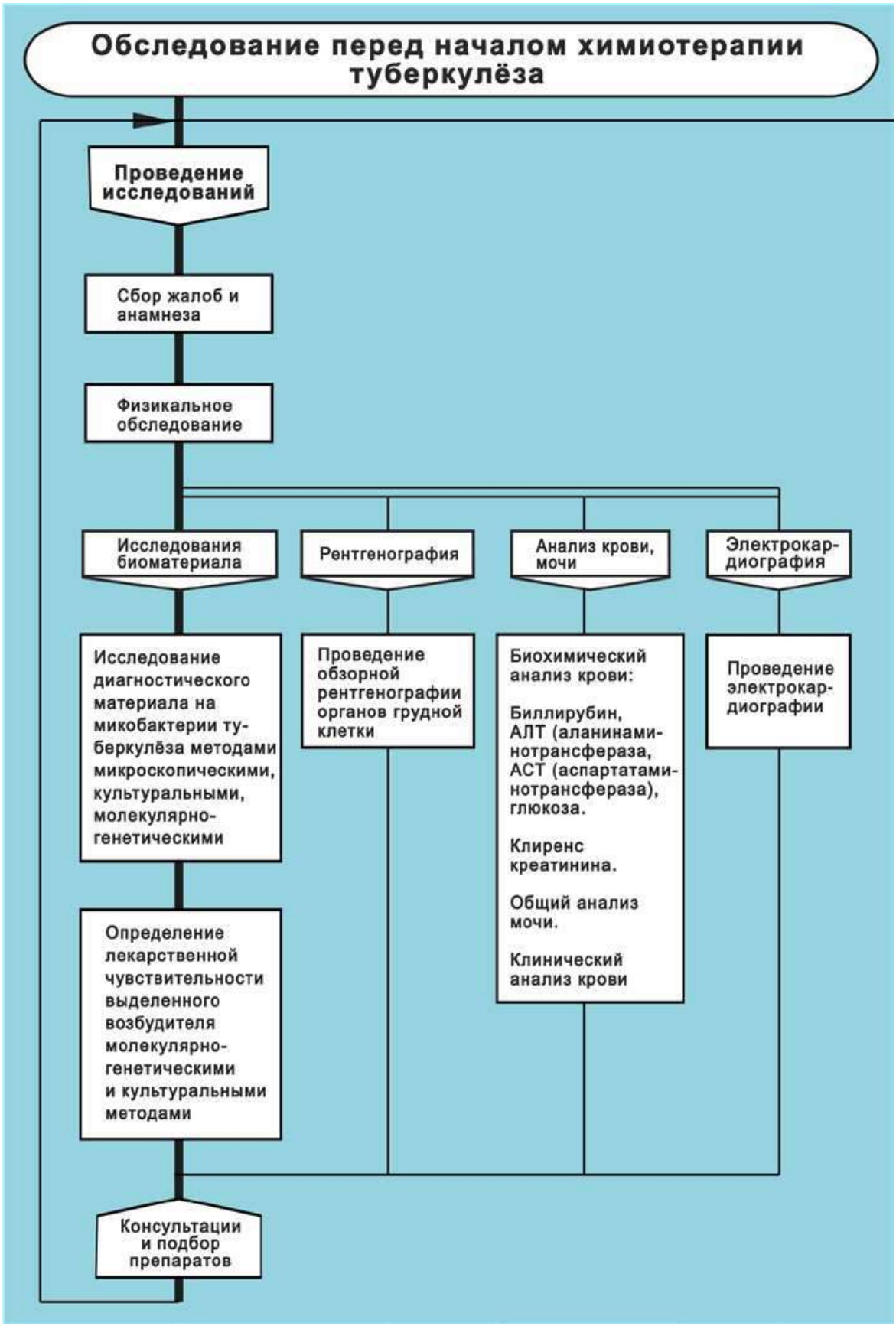


Рис. 115*а*. Алгоритм «Обследование перед началом химиотерапии туберкулеза»

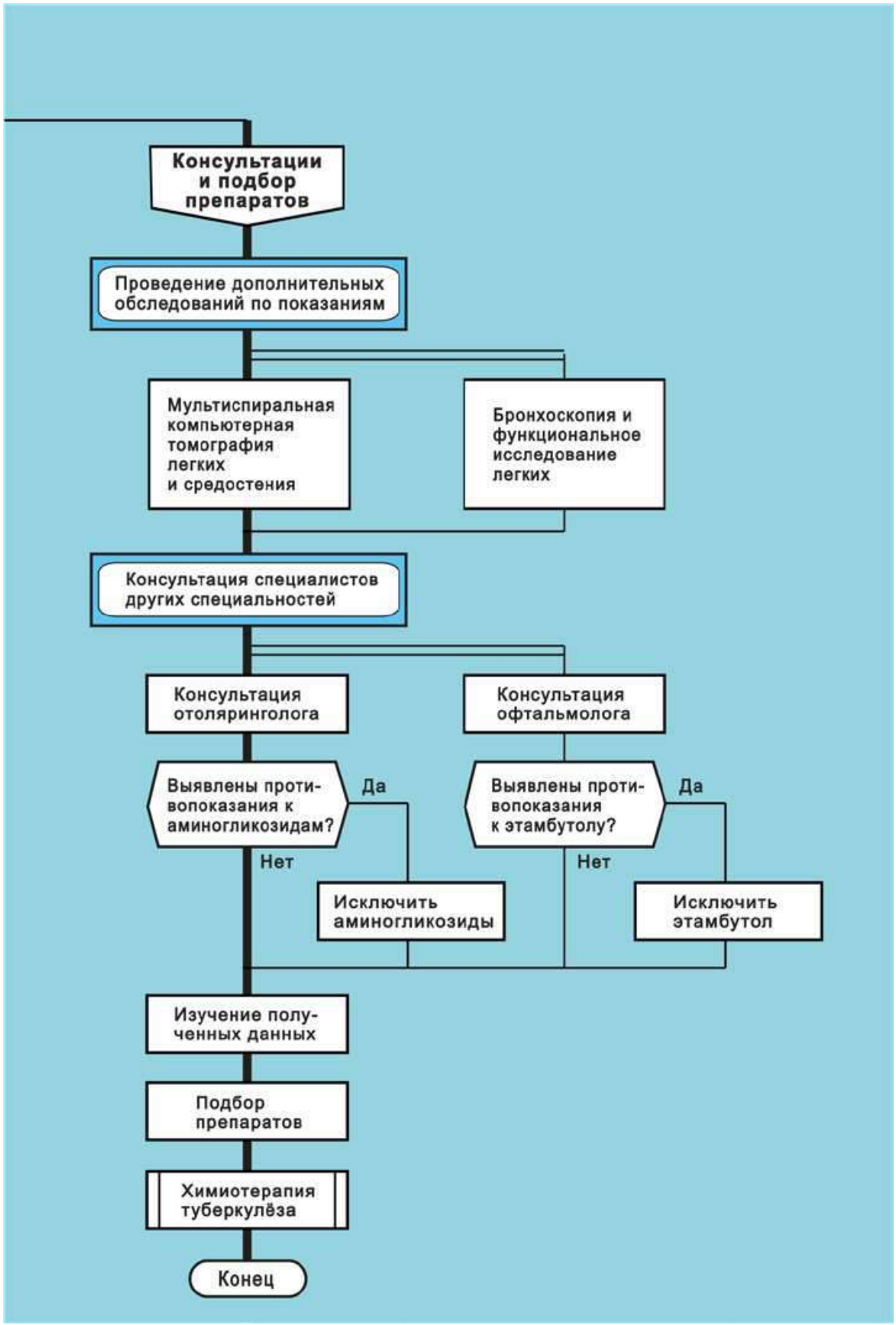


Рис. 115*б*. Алгоритм «Обследование перед началом химиотерапии туберкулеза» *(окончание)*

При выявлении патологических состояний данные препараты не включают в схему химиотерапии.

При некоторых сопутствующих заболеваниях, например сахарном диабете, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, почек, печени, психических расстройствах, выше риск возникновения неблагоприятных побочных явлений при воздействии противотуберкулезных и антибактериальных препаратов, в связи с чем перед началом лечения также необходимо выяснить наличие сопутствующих заболеваний, назначить консультацию соответствующего специалиста и необходимый комплекс обследования для оценки степени тяжести сопутствующего заболевания и подбора корректирующей терапии.

АЛГОРИТМ «ВАКЦИНАЦИЯ ДЕТЕЙ ПРОТИВ ТУБЕРКУЛЁЗА»

Алгоритм показан на рис. 116. Он содержит пять веток:

- Вакцинация детей, рожденных от ВИЧ-матерей (рис. 116а).
- Вакцинация детей, рожденных не от ВИЧ-матерей (рис. 116б).
- Вакцинация после снятия противопоказаний (рис. 116в).
- Перевод в отделение выхаживания недоношенных.
- Завершение (рис. 116г).

Для осуществления вакцинопрофилактики туберкулёза используются две вакцины:

- БЦЖ – вакцина для активной специфической профилактики туберкулёза, приготовленная из вакцинного штамма ослабленной микобактерии бычьего типа (Бацилла Кальметта – Герена).
- БЦЖ-М – вакцина туберкулезная для щадящей первичной иммунизации. Изготовлена из того же вакцинного штамма, но с меньшей дозировкой препарата.

В начале алгоритма рассмотрена редкая и наиболее сложная ситуация, когда ребёнок рождён от ВИЧ-инфицированной матери. В данном случае решение о вакцинации принимается в зависимости от проведения трёхэтапной химиопрофилактики передачи ВИЧ от матери ребёнку (рис. 116а).

Если трехэтапная химиопрофилактика проведена, вакцинация ребенка против туберкулеза может быть проведена в родильном доме, используется вакцина БЦЖ-М.

При отсутствии химиопрофилактики вакцинация временно откладывается, проводится обследование:

- Если ребёнок *младше* 18 месяцев, проводится диагностика ВИЧ-инфекции путём определения *нуклеиновых кислот ВИЧ.*
- Если ребёнок *старше* 18 месяцев, проводится диагностика путём *выявления антител к ВИЧ.*

Если двукратное обследование показало отрицательные результаты, ребёнок прививается на общих основаниях. В противном случае вакцинация не проводится, ребёнок поступает на учёт и наблюдение к инфекционисту по поводу ВИЧ-инфекции (рис. 116а).

Далее рассмотрим обычную, общую для подавляющего большинства детей ситуацию, когда у матери новорожденного нет ВИЧ-инфекции (рис. 116б).

Если противопоказания по здоровью у ребёнка отсутствуют, вакцинация выполняется на 3–7 сутки жизни в родильном доме. На территориях с удовлетворительной эпидемиологической ситуацией по туберкулёзу используется вакцина БЦЖ-М, в ином случае — БЦЖ.

Противопоказания для вакцины БЦЖ:

- недоношенность 2–4 степени (при массе тела при рождении менее 2500 г);
- острые заболевания: внутриутробная инфекция, гнойно-септические заболевания, гемолитическая болезнь новорожденных среднетяжёлой и тяжёлой формы, тяжёлые поражения нервной системы с выраженной неврологической симптоматикой, генерализованные кожные поражения и т. п. (вакцинация откладывается до окончания острых проявлений заболевания и обострения хронических заболеваний);
- иммунодефицитные состояния;
- новообразования злокачественные;
- генерализованная БЦЖ-инфекция (включая лимфаденит, остит БЦЖ-этиологии, выявленные у других детей в семье);
- ВИЧ-инфекция у ребенка.

Противопоказания для вакцины БЦЖ-М:

- недоношенность (масса тела при рождении менее 2300 г);
- острые заболевания: внутриутробная инфекция, гнойно-септические заболевания, гемолитическая болезнь новорожденных среднетяжёлой и тяжёлой формы, тяжёлые поражения нервной системы с выраженной неврологической симптоматикой, генерализованные кожные поражения и т. п. (вакцинация откладывается до окончания острых проявлений заболевания и обострения хронических заболеваний);
- иммунодефицитные состояния;
- злокачественные новообразования;
- генерализованная БЦЖ-инфекция (включая лимфаденит, остит БЦЖ-этиологии, выявленные у других детей в семье).

При наличии противопоказаний рассматривают вопрос о возможности выписки ребёнка из родильного дома с дальнейшим наблюдением.

Если ребёнок может быть выписан домой, он берётся под наблюдение и учет в детской поликлинике; вакцинация выполняется после полного выздоровления или снятия противопоказаний. Если на момент выполнения вакцинации после снятия противопоказаний ребёнку больше двух месяцев, ему проводится проба Манту с 2 туберкулиновыми единицами.

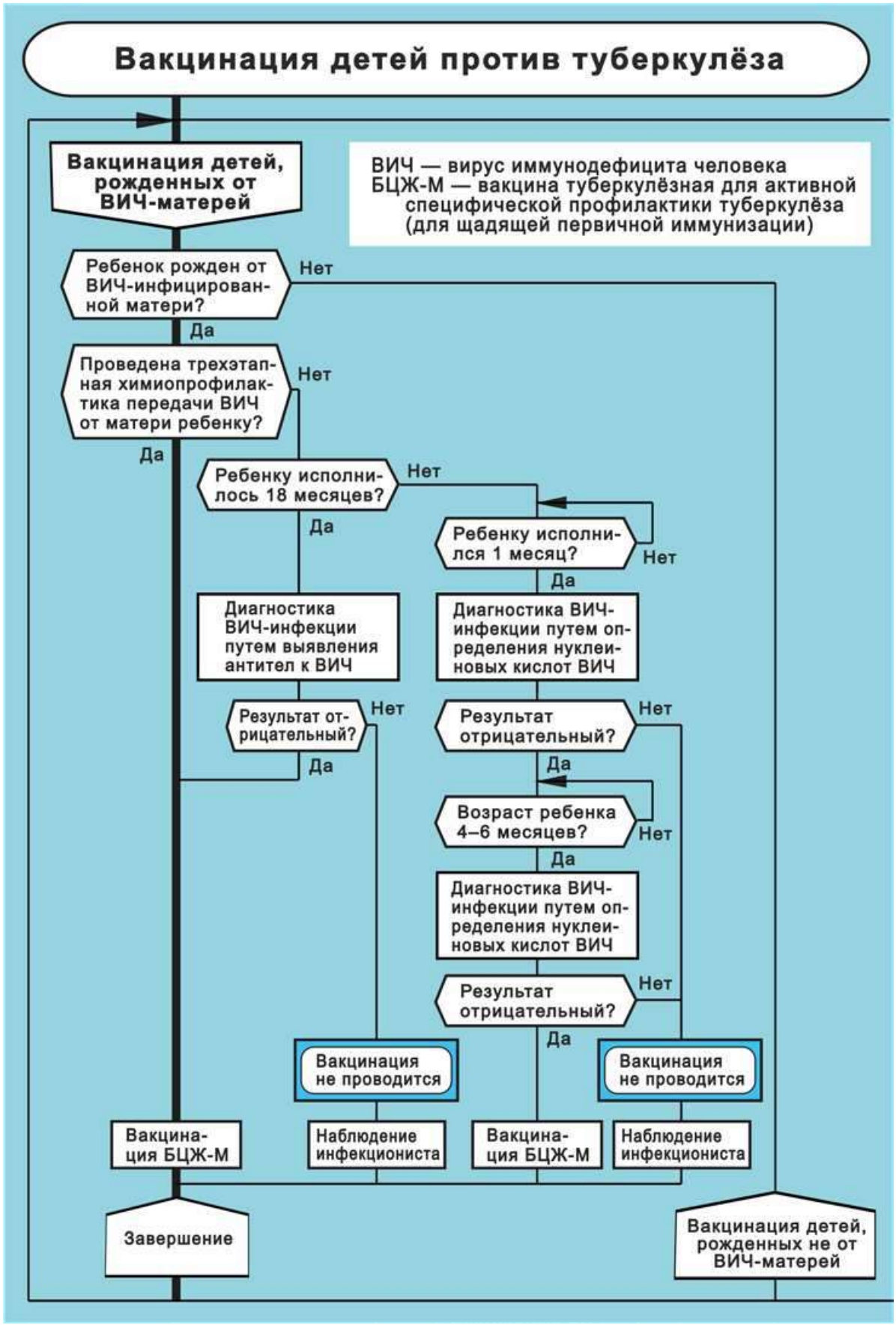


Рис. 116*а*. Алгоритм «Вакцинация детей против туберкулеза»

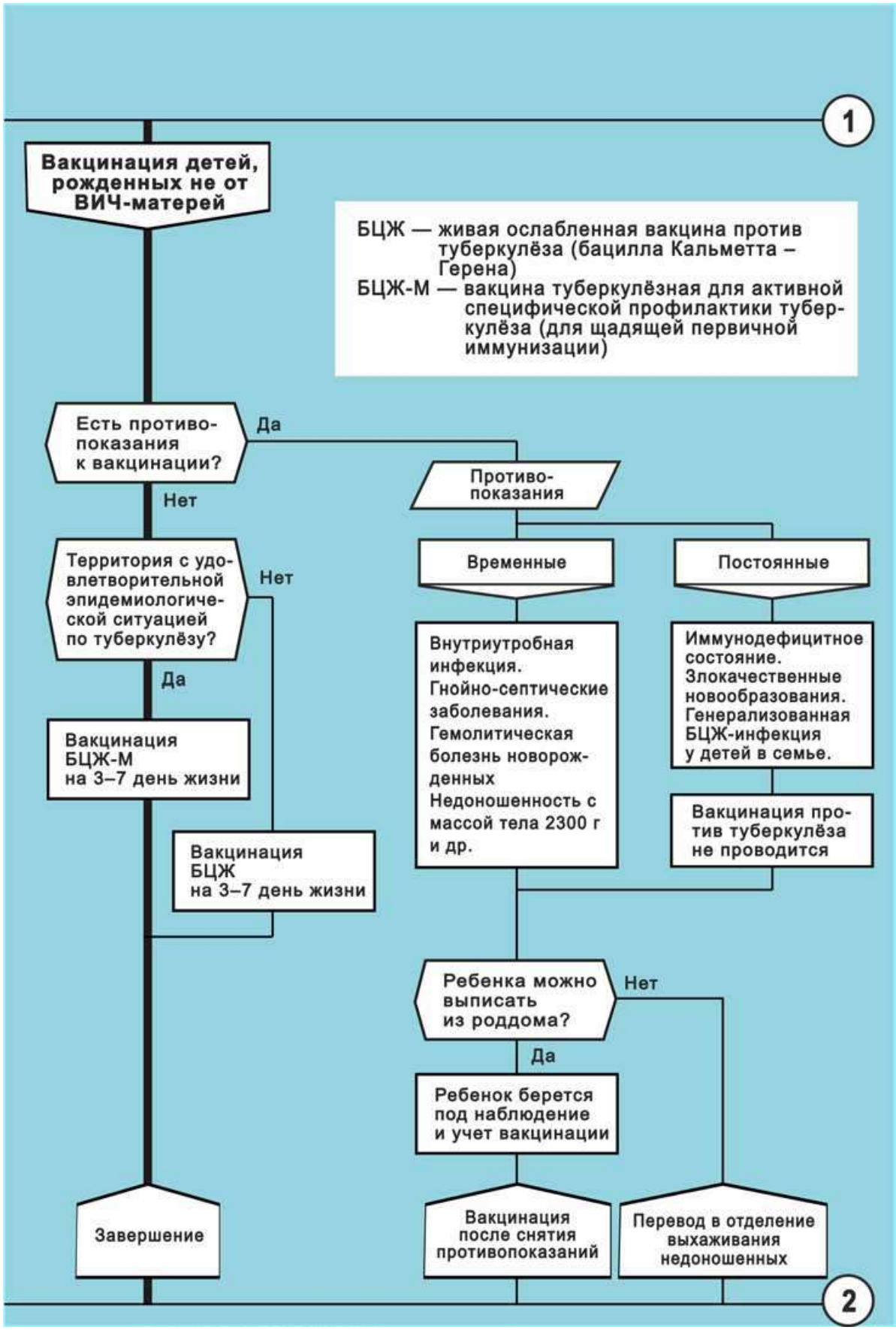


Рис. 116*б*. Алгоритм «Вакцинация детей против туберкулеза»

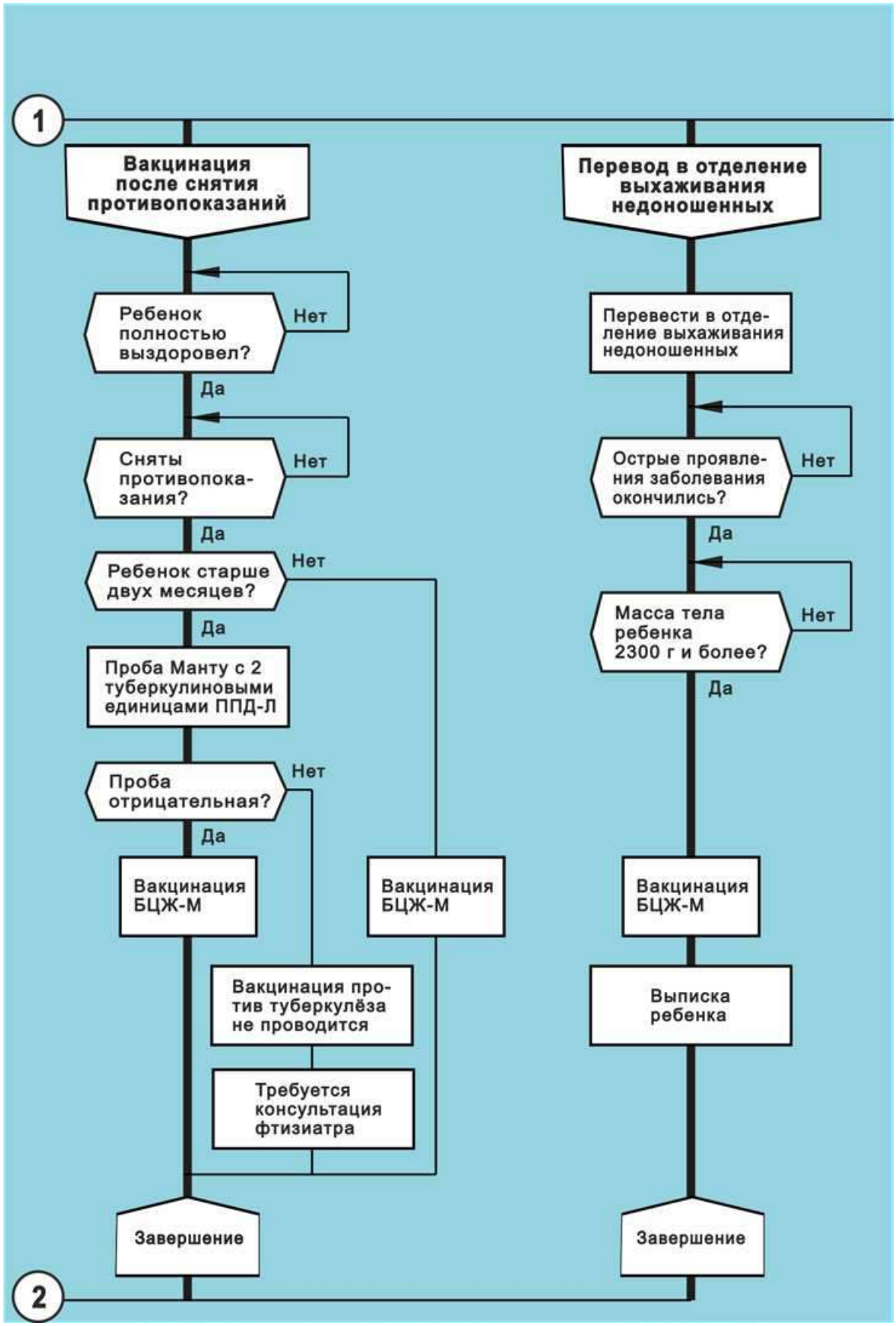


Рис. 116*в*. Алгоритм «Вакцинация детей против туберкулеза»

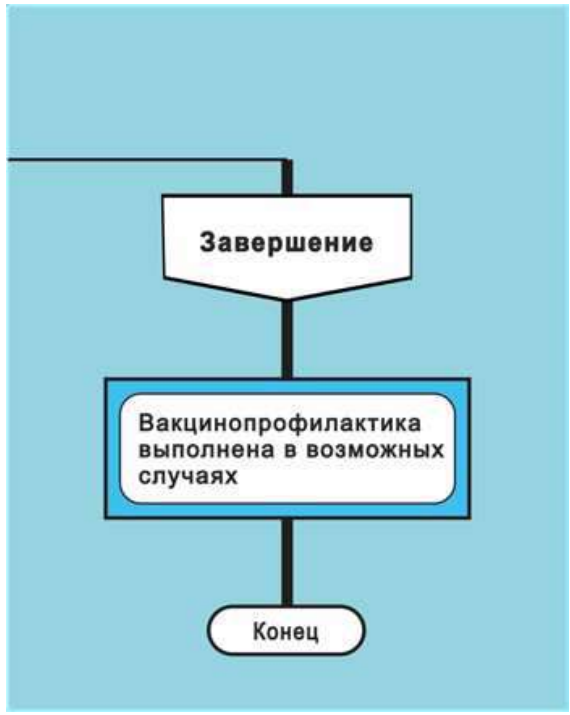


Рис. 116*г*. Алгоритм «Вакцинация детей против туберкулеза» *(окончание)*

В случае отрицательной пробы выполняется вакцинация БЦЖ-М. При положительной пробе вакцинация не показана, требуется консультация фтизиатра. Если ребёнок ещё не достиг возраста двух месяцев, проводится вакцинация БЦЖ-М без предварительной пробы Манту.

Если ребёнок не может быть выписан из родильного дома по состоянию здоровья, следует учитывать:

- Иммунодефицитное состояние, злокачественные новообразования — строгие противопоказания для вакцинации.
- Внутриутробные инфекции, гнойно-септические заболевания, гемолитическая болезнь новорожденных и т. п. — временные противопоказания для вакцинации.
- Вакцинация БЦЖ-М проводится при массе тела 2300 г и более после окончания острых проявлений заболевания.

МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Медицинская алгоритмическая система есть совокупность клинических алгоритмов, имеющих формальную логическую связь.

Два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.

10 алгоритмов, описанных в данной главе, являются изолированными; они никак не связаны друг с другом и не образуют алгоритмическую систему. Разработка алгоритмической системы — это задача на будущее. Создание медицинской алгоритмической системы описано в главе 15.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК В КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Рассмотрим два метода, позволяющих выявить и устранить ошибки в клинических алгоритмах:

- Сравнение чертежа алгоритма с текстовым описанием.
- Проверка на соответствие картографическому принципу.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА И ТЕКСТА

Сравнение чертежа и текста — эффективный способ выявления и устранения ошибок. Независимо от желания врачей, создающих алгоритм, на практике часто получается так, что текст содержит больше процедурной информации, чем чертеж.

Отсюда вытекает задача: при чтении текстового описания алгоритма следует выявлять все процедурные подробности, отсутствующие в чертеже, и обязательно вносить их в чертеж.

Приведем пример. В описании алгоритма «Выбор режима превентивной химиотерапии» сказано:

> «Применение рифампицина с пиразинамидом не рекомендуется в связи с повышенным риском гепатотоксичности. Этамбутол не назначают детям до 12 лет; при диабетической ретинопатии, неврите зрительного нерва. Пиразинамид противопоказан при подагре, с осторожностью необходимо назначать при заболеваниях печени, перенесенном гепатите, метаболической нефропатии. Рифампицин и рифапентин противопоказаны при активном гепатите и назначаются только в условиях туберкулезного стационара или санатория. Изониазид противопоказан при судорожных состояниях».

Однако на чертеже (рис. 109) эти важные подробности не отражены, что делает чертеж алгоритма неполным (незавершенным). Следовательно, необходимо устранить погрешность и внести в чертеж исправления.

Еще один пример. В описании алгоритма «Действия при отказе родителей от проб Манту, АТР» отмечается:

> «Заключение может быть двух типов.
> Если родители отказались от проведения обследования, врач не может исключить возможность заболевания туберкулёзом. Следовательно, врач не имеет права выдать справку на разрешение посещения образовательного учреждения.

Другой вариант:

- родители согласились на проведение рентгенологического обследования органов грудной полости;
- отсутствуют инфильтративные или очаговые изменения.

В этом случае возможна выдача справки об отсутствии заболевания туберкулёзом органов дыхания».

Однако на чертеже алгоритма этот важный факт не отражен. В иконе на рис. 108б ничего не говорится о двух вариантах заключения и представлен упрощенный вариант:

> «Выдача заключения о состоянии здоровья для дальнейшего решения о допуске в образовательную организацию».

Такая ситуация делает чертеж алгоритма неполным, незавершенным. Необходимо устранить погрешность и внести в чертеж исправления.

ПРОВЕРКА НА СООТВЕТСТВИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ

Цель данной проверки — упорядочить чертеж алгоритма и улучшить его удобочитаемость (эргономичность).

Картографический принцип описан в главе 3. Он гласит: вертикали на чертеже следует располагать слева направо по принципу «чем правее, тем хуже для пациента». Это значит, что крайняя левая вертикаль (шампур) описывает наиболее благоприятную для пациента ситуацию, а крайняя правая — наименее благоприятную. Пояснения и примеры даны в главе 10 «Алгоритм “Реанимация беременной женщины”».

Картографический принцип действует для алгоритмической конструкции примитив, а также для ветки силуэта. Для ветки он имеет локальный характер и не распространяется за ее пределы.

Внутри ветки вертикальные маршруты упорядочены слева направо от наиболее благоприятного (для пациента) до наименее благоприятного.

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА К АЛГОРИТМУ НА РИСУНКЕ 116А

На рис. 116а картографический принцип нарушен. По шампуру идет плохой (неблагоприятный) маршрут, описывающий ребенка, рожденного от ВИЧ-матери. Хороший (благоприятный) маршрут про ребенка здоровой матери (без ВИЧ) оказался крайним справа. Таким образом, нарушено правило «чем правее, тем хуже».

Чтобы поправить дело, надо произвести рокировку в иконе Вопрос «Ребенок рожден от ВИЧ-матери?».

Это значит, что на рис. 116а надо поменять местами выходы «Да» и «Нет», а также переместить прицепленные к ним гирлянды икон. Результат рокировки показан на рис. 117. Поставленная задача выполнена.

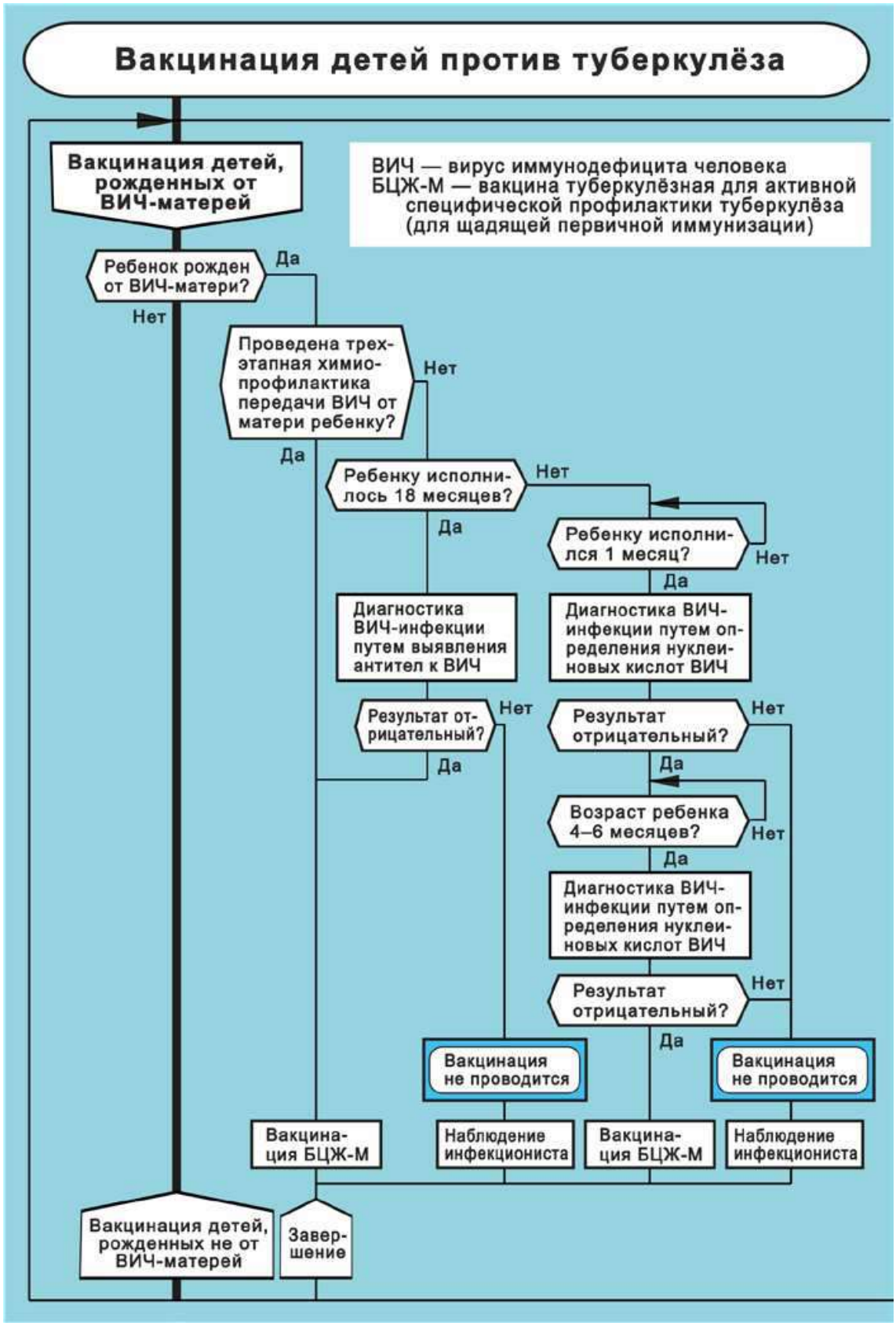


Рис. 117. Исправлена ошибка на рис. 116а. Наиболее благоприятный для ребенка маршрут идет по шампуру. Менее благоприятные маршруты (рождение от ВИЧ-матери) находятся справа от шампура.

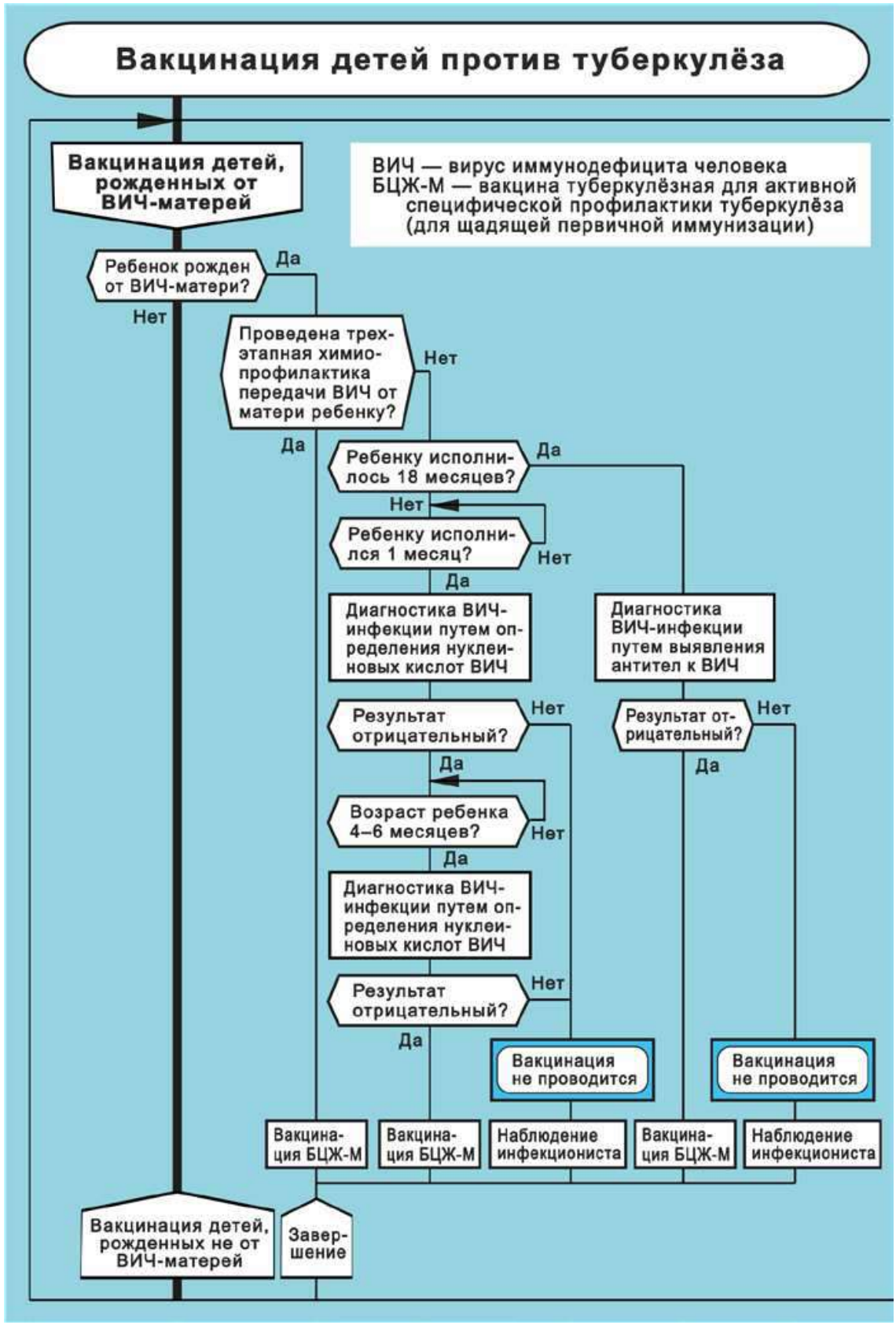


Рис. 118. Исправлена ошибка на рис. 117. Вертикали упорядочены слева направо согласно увеличению возраста ребенка. Младший возраст слева, старший справа

Однако рис. 117 тоже имеет дефект, который надо исправить. Дефект связан с возрастом ребенка. Желательно располагать возраст по принципу: «чем правее, тем старше». На рис. 117 сделано ровно наоборот. Чтобы устранить ошибку, нужно выполнить рокировку в иконе Вопрос «Ребенку исполнилось 18 месяцев?». Выход «Нет» должен смотреть вниз, выход «Да» вправо. Результат рокировки изображен на рис. 118.

Правило. Необходимо каждую икону Вопрос в алгоритме подвергать анализу: удовлетворяет ли она картографическому принципу.

Например, три иконы Вопрос «Результат отрицательный?» нарисованы правильно: выход вниз (Да) описывает благоприятную ситуацию (инфекция ВИЧ не обнаружена), а выход вправо (Нет) — неблагоприятную (инфекция ВИЧ выявлена).

Рассмотрим икону Вопрос «Проведена трехэтапная химиопрофилактика передачи ВИЧ от матери ребенку». Она изображена правильно: выход вниз (Да) описывает благоприятную ситуацию (приняты меры защиты ребенка от инфекции ВИЧ), а выход вправо (Нет) — неблагоприятную (защитные меры от ВИЧ отсутствуют).

Исключение из правила. Картографический принцип неприменим к иконе Вопрос, используемой как цикл Стрелка.

ВЫВОДЫ

1. Разработаны чертежи и текстовые описания серии клинических алгоритмов на тему «Алгоритмы фтизиатрической службы».
2. Алгоритмы созданы на медицинском алгоритмическом языке ДРАКОН.
3. Чертежи алгоритмов на языке ДРАКОН отличаются простотой восприятия и высокой точностью.
4. Комплект алгоритмов разработан с целью быстрого, качественного и доступного постдипломного обучения специалистов фтизиатрической службы, а также студентов.
5. Разработана учебная методика создания аналогичных алгоритмов учащимися, а не только изучение предмета по готовым алгоритмам.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 17

1. Какой микроб является возбудителем туберкулеза человека?
2. Перечислите десять алгоритмов фтизиатрической службы высокой точности, представленных на языке ДРАКОН.
3. Что означает термин «латентная туберкулезная инфекция»?
4. Зачем проводится скрининг населения на туберкулёз?
5. Какие действия выполняют медицинские работники при отказе родителей от проб Манту, АТР?
6. Как производится выбор режима превентивной химиотерапии?
7. Как производится диагностика туберкулёза органов дыхания?
8. Как производится выбор режима химиотерапии туберкулеза у детей из очагов с бациллярным контактом?
9. С какой целью производится обследование перед началом химиотерапии туберкулеза?
10. Как проводится вакцинация детей против туберкулеза?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 17

1. Здоровых новорожденных прививают вакциной БЦЖ / БЦЖ-М:

- на первый день жизни.
- на 3–4 день жизни.
- на 5–6 день жизни.
- на 12–14 день жизни.

2. В России основным скрининговым методом определения туберкулезной инфекции у детей является:

- Флюорографическое обследование
- Рентгенография.
- Иммунодиагностика.
- Компьютерная томография.

3. Два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если:

- Название, записанное в иконе Вариант одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.
- Название, записанное в иконе Вставка одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.
- Название, записанное в иконе Выбор одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.
- Название, записанное в иконе «Имя ветки» одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 17

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 116*а*, 116*б*, 116*в*. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. *Продолжение пункта 1.* Исправьте ошибку на рис. 116*а,* где нарушен картографический принцип. Выполните рокировку в иконе Вопрос «Ребенок рожден от ВИЧ-матери?». Хороший (благоприятный) маршрут про ребенка здоровой матери (без ВИЧ) должен идти по шампуру. Плохой (неблагоприятный) маршрут, описывающий ребенка, рожденного от ВИЧ-матери, должен быть крайним справа. Исправленная вами дракон-схема должна совпадать с рис. 117.
3. *Продолжение пункта 2.* Исправьте рис. 117, где имеется дефект, который надо устранить. Дефект связан с возрастом ребенка. Желательно располагать возраст по принципу: «чем правее, тем старше». После исправления ваша дракон-схема должна совпадать с рис. 118.
4. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 18
АЛГОРИТМЫ В КРАСНОЯРСКОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА DrakonHub

В главе 4 и в практических заданиях мы уже говорили о программе DrakonHub. Цель данного учебного пособия — научить разрабатывать клинические и иные алгоритмы по правилам медицинского языка ДРАКОН с помощью графического конструктора DrakonHub.

Важнейшим элементом надежности сложного клинического алгоритма является **структура** дракон-схемы. Структура реализуется с помощью соединительных линий между иконами. Конструктор DrakonHub полностью избавляет врача-разработчика от забот о проектировании структуры.

Автоматическое создание структуры клинического алгоритма значительно облегчает труд врача-разработчика, позволяя ему сосредоточиться на главном — на творческом процессе создания нового клинического алгоритма.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ЯЗЫКУ ДРАКОН

В Красноярском медуниверситете им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого разработано учебное пособие по созданию алгоритмов на языке ДРАКОН с помощью программы DrakonHub. Пособие называется «Алгоритмы и блок-схемы в здравоохранении и медицине» [4] https://bit.ly/2Vr4eT8

Пособие предназначено для студентов-медиков, аспирантов, организаторов здравоохранения, врачей, сталкивающихся с проблемой создания и анализа медицинских алгоритмов [4, p. 2].

Координационный совет по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» рекомендовал данную работу в качестве учебного пособия для подготовки специалитета по группе специальностей 31.00.00 «Клиническая медицина» [4, p. 2]. Ниже представлено сокращенное изложение учебного пособия.

АЛГОРИТМ «УНИЧТОЖЕНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ»

Некоторые медицинские приказы сложны, их трудно читать. Можно ли устранить эту неприятность? Можно ли сделать текст сложного приказа удобочитаемым? Пригодным для легкого чтения? Да, можно, причем очень просто. Надо превратить текст приказа в алгоритм на языке ДРАКОН. В качестве примера возьмем Приказ Минздрава РФ от 28.03.2003 № 127, в котором содержится:

> «Инструкция по уничтожению наркотических средств и психотропных веществ, входящих в списки II и III перечня наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации, дальнейшее использование которых в медицинской практике признано нецелесообразным».

Текст приказа (инструкции) преобразован в дракон-алгоритм на рис. 119.

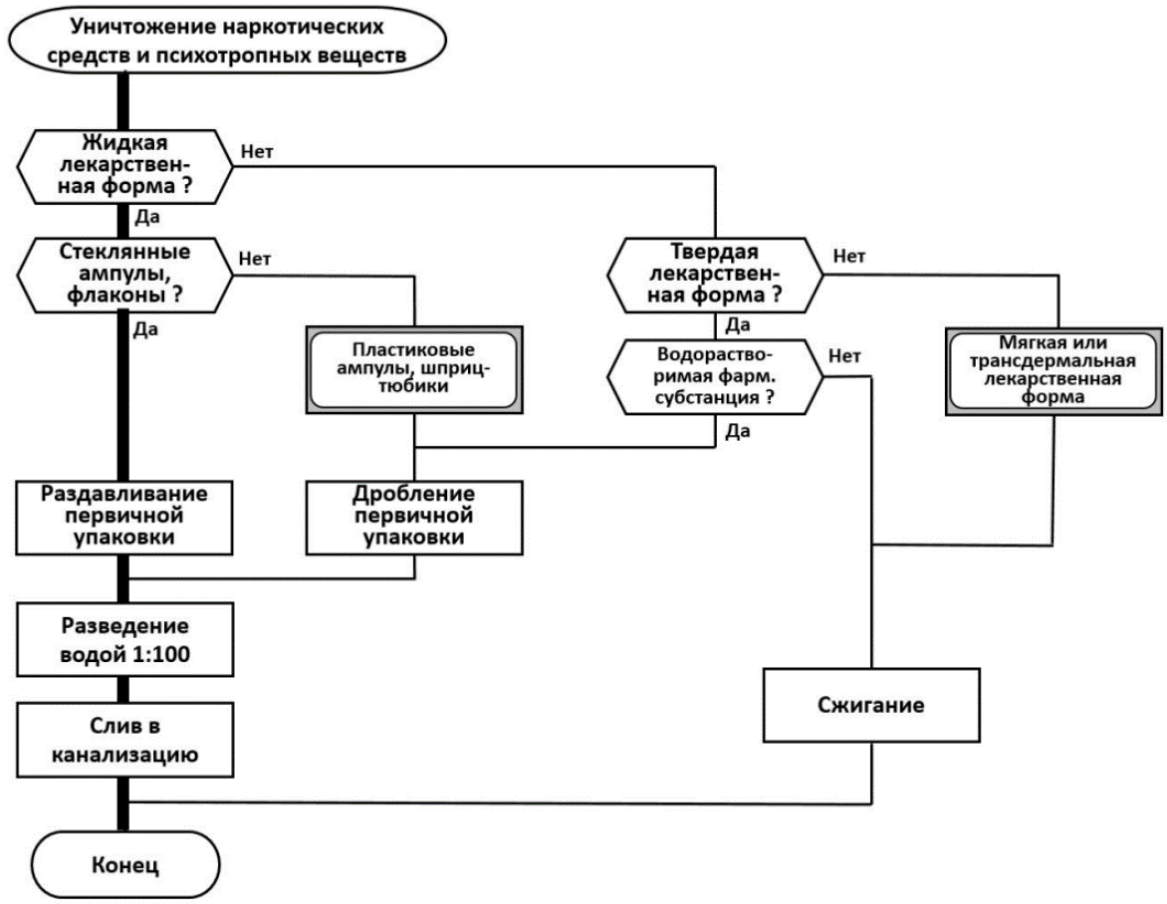


Рис. 119. Алгоритм «Уничтожение наркотических средств и психотропных веществ» [4, p. 48]

В иконе Заголовок указано название алгоритма: «Уничтожение наркотических средств и психотропных веществ». Такое же название повторяется в подрисуночной подписи.

Рассмотрим маршрут, который идет по шампуру вертикально вниз и проходит через иконы:

- Жидкая лекарственная форма? Да.
- Стеклянные ампулы, флаконы? Да.
- Раздавливание первичной упаковки.
- Разведение водой 1: 100.
- Слив в канализацию.
- Конец.

Левее шампура ничего нет. Дракон-схема выстраивается справа от шампура. Если лекарственная форма не жидкая, из иконы Вопрос выходим вправо через «Нет» и попадаем в икону Вопрос:

- Твердая лекарственная форма?

При ответе «Нет» попадаем в икону Комментарий, где дана подсказка:

- Мягкая или трансдермальная лекарственная форма.

Действия с твердыми формами различаются в зависимости от того, какой вид фармацевтической субстанции эти формы содержат: водорастворимую или не растворимую в воде. Читаем на рис. 107 икону Вопрос о виде субстанции:

- Водорастворимая фарм. субстанция?

На рис. 119 не выполняется правило «чем правее, тем хуже». Тем не менее, наличие шампура помогает упорядочить схему и выполнить ее по правилам — без пересечений и без стрелок.

Схему можно сделать более наглядной; для этого надо удалить две иконы Комментарий и вместо них использовать другие средства.

ДРУГОЙ ВАРИАНТ АЛГОРИТМА «УНИЧТОЖЕНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ …»

Алгоритм на рис. 119 выгоднее построить не на иконах Вопрос, а на переключателях (рис. 120). Верхний переключатель указывает три типа лекарственных форм; каждая форма записана в иконе Вариант:

- Жидкая.
- Твердая.
- Мягкая или трансдермальная.

Второй переключатель (икона Выбор) разграничивает стекло и пластик. В иконах Вариант написано:

- Стеклянные ампулы, флаконы.
- Пластиковые ампулы, шприц-тюбики.

Стеклянные предметы подлежат раздавливанию, пластиковые — дроблению. Те и другие после разведения водой ожидает слив в канализацию.

Мягкая и трансдермальная лекарственные формы направляются на сжигание. Если фармацевтическая субстанция не растворяется в воде, она тоже сжигается.

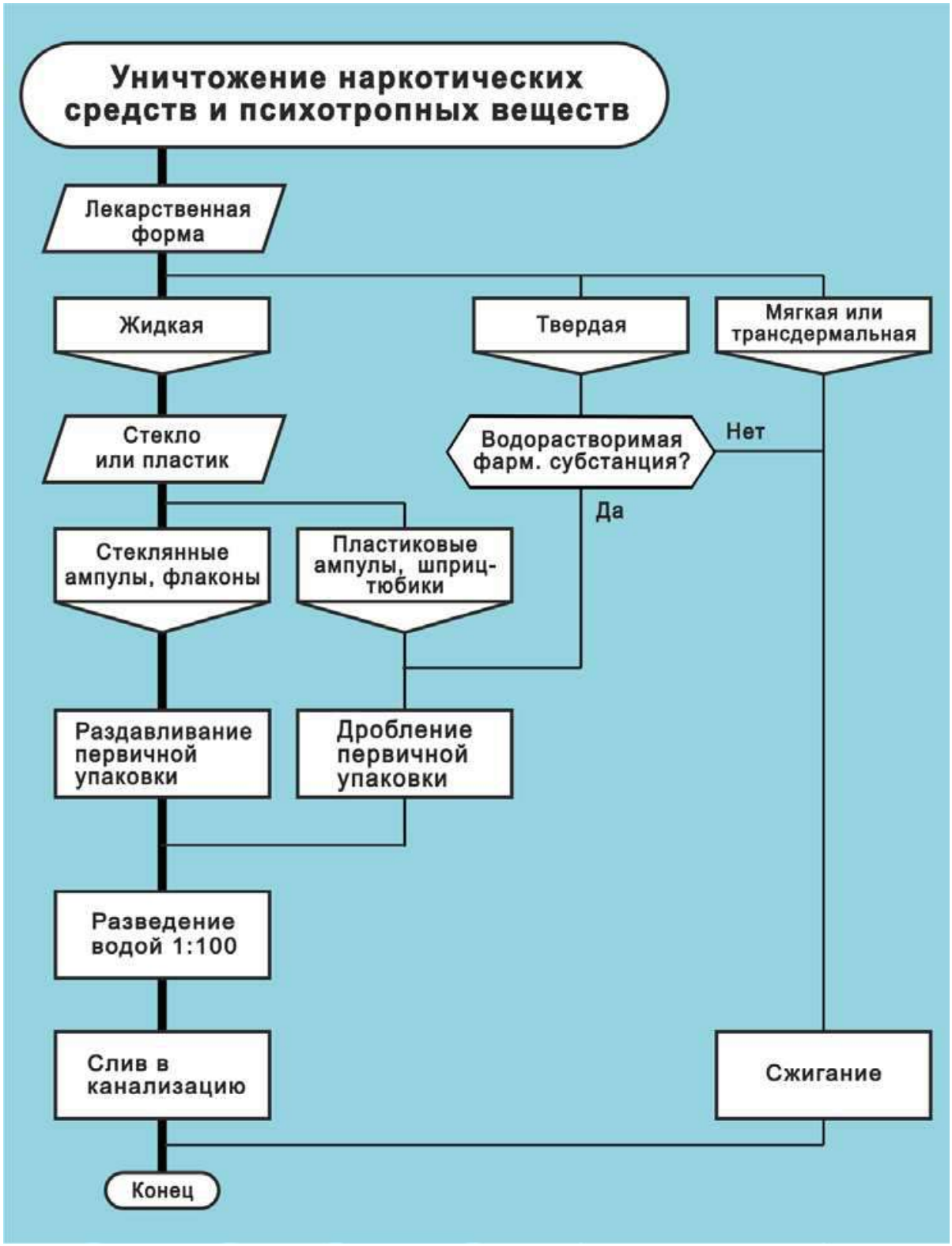


Рис. 120. Алгоритм «Уничтожение наркотических средств и психотропных веществ», реализованный на переключателях

АЛГОРИТМ «РАННЯЯ ТЕРАПИЯ СЕПТИЧЕСКОГО ШОКА»

В качестве первоисточника взята графическая схема алгоритма ранней целенаправленной терапии больных с септическим шоком (рис. 121), взятая из статьи [109].

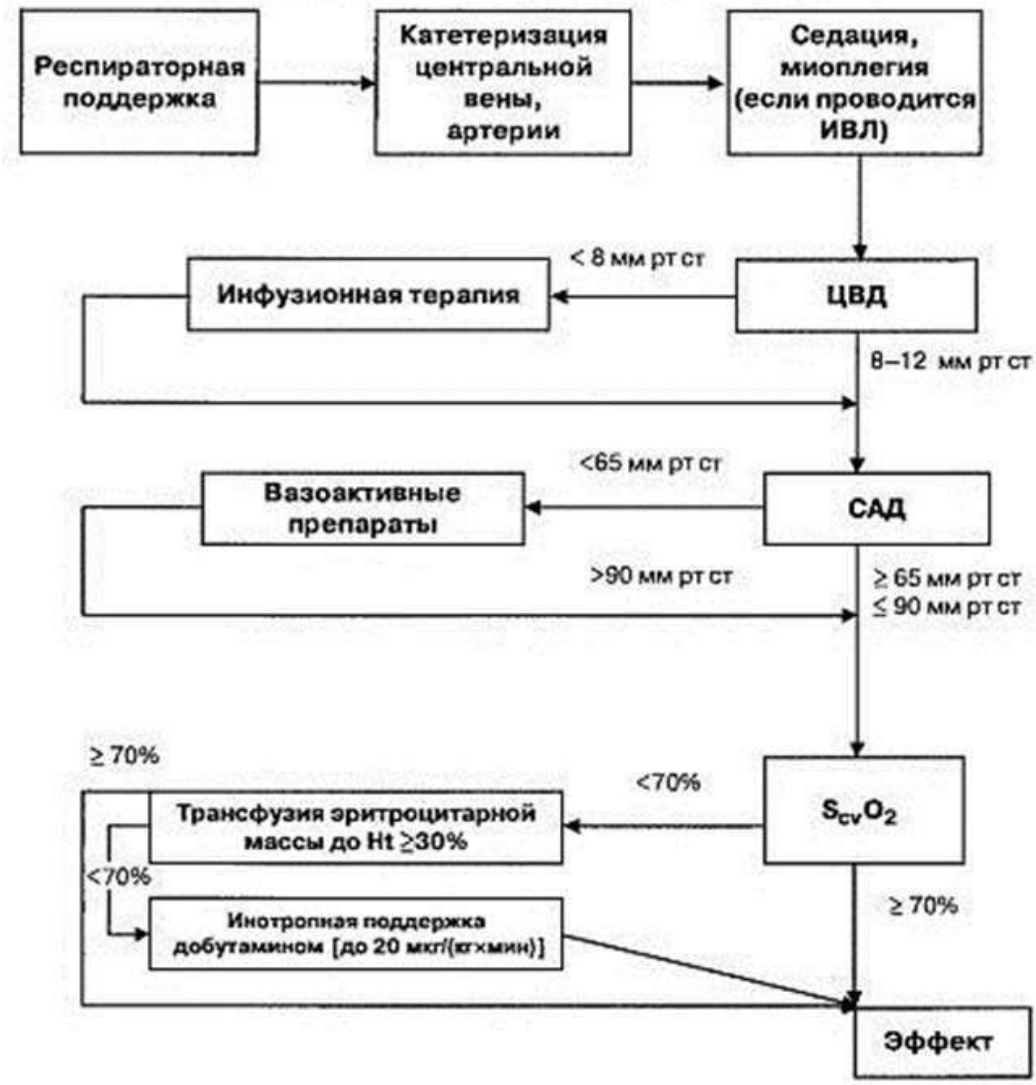


Рис. 121. Неудобочитаемая схема алгоритма из источника [109]

Для сравнения на рис. 122 представлена дракон-схема того же алгоритма.

Не вдаваясь в чисто медицинские аспекты лечения сепсиса, рассмотрим два варианта представления одного и того же алгоритма.

В первоисточнике (рис. 121) использован скудный набор выразительных средств, содержащий только одну графическую фигуру — прямоугольник. Дракон-алгоритм устроен иначе — он опирается на принцип: «форма

графической фигуры должна однозначно соответствовать его смысловому назначению (содержанию)».

В языке ДРАКОН графический синтаксис строго определен, имеется богатый набор графических выразительных средств — см. главу 12. Исходя из этого, на рис. 122 — наряду с прямоугольником — используются и другие графические фигуры:

- Икона Заголовок.
- Икона Имя ветки.
- Икона Действие *(прямоугольник).*
- Икона Выбор.
- Икона Вариант.
- Икона Начало совместных действий.
- Икона Вопрос.
- Икона Адрес.
- Икона Конец.

Схема на рис. 121 не является удобочитаемой, легкой для восприятия. Особенно это касается блока, описывающего действия по коррекции уровня насыщения крови кислородом ($ScvO_2$).

Дракон-схема (рис. 122), напротив, помогает читателю выделять и различать типы задействованных в схеме объектов. Каждому типу объектов соответствует своя графическая фигура (икона). Вот примеры:

- Икона Действие *(прямоугольник)* описывает действия врача (респираторная поддержка, выполни катетеризацию центральной вены или артерии, обеспечь седацию, миоплегию).
- Икона Выбор *(параллелограмм)* используется для контролируемых параметров (центральное венозное давление, систолическое артериальное давление, насыщение крови кислородом).
- Икона Вариант *(пятигранник с чертой)* указывает пороговые значения параметров (8–12 мм. рт. ст.; менее 8 мм. рт. ст. и др.).

Таким образом, алгоритм в первоисточнике не является эргономичным, т. е. простым и удобным для изучения и анализа. Дракон-схема лишена этих недостатков. Принцип шампура и главного маршрута делают схему удобочитаемой (эргономичной), легкой для восприятия и запоминания.

АЛГОРИТМ «ВЫПОЛНЕНИЕ ПОДКОЖНОЙ ИНЪЕКЦИИ»

В качестве первоисточника выбрана книга [110]. Из нее взята манипуляция сестринского ухода: выполнение подкожной инъекции.

На рис. 123 изображена основная конструкция языка ДРАКОН — силуэт. Силуэт делится на смысловые части – ветки. На рис. 123 силуэт разбит на три ветки:

- Подготовка шприца к инъекции.
- Набор раствора из ампулы.
- Выполнение инъекции.

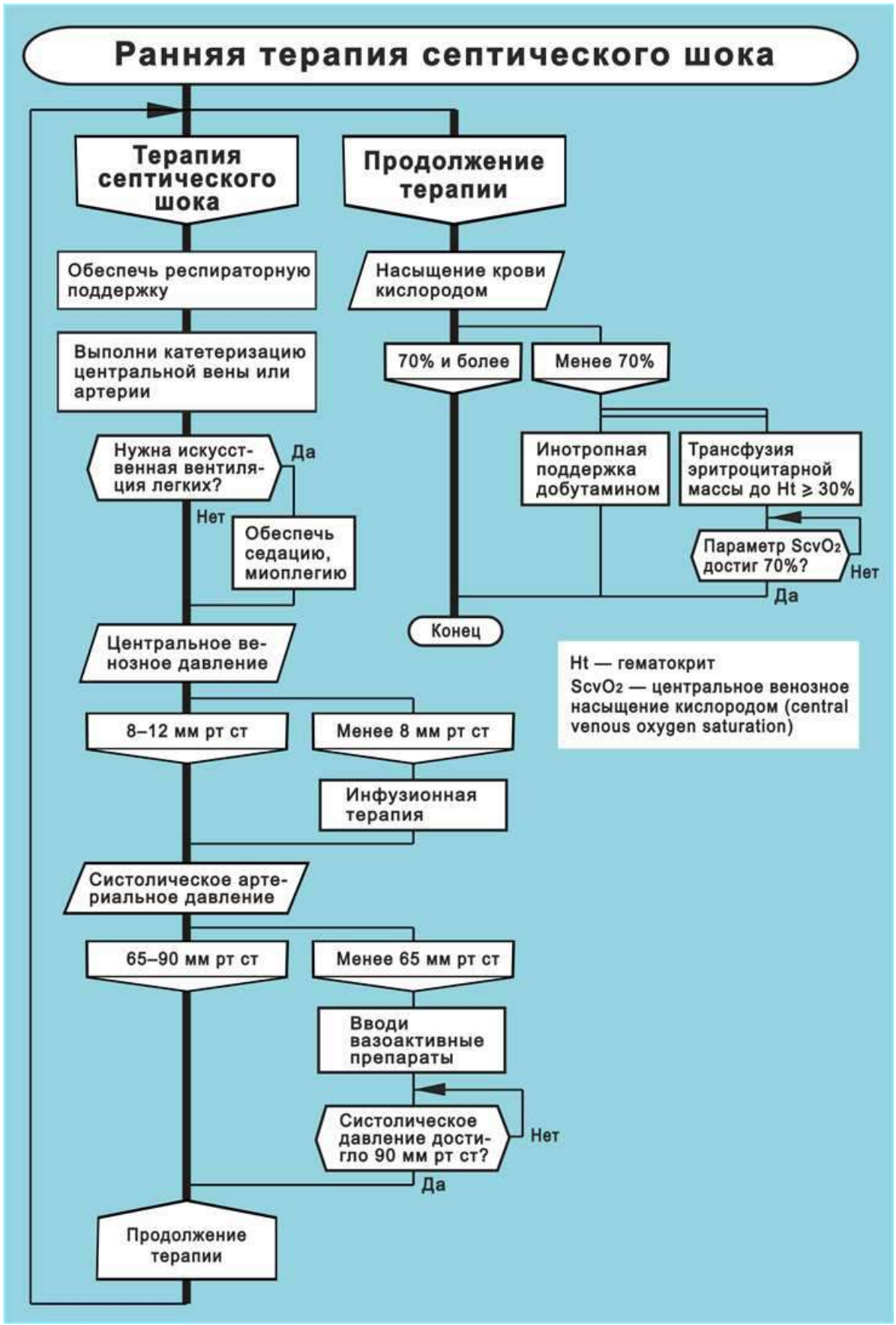


Рис. 122. Алгоритм «Ранняя терапия септического шока» [4, p. 51]

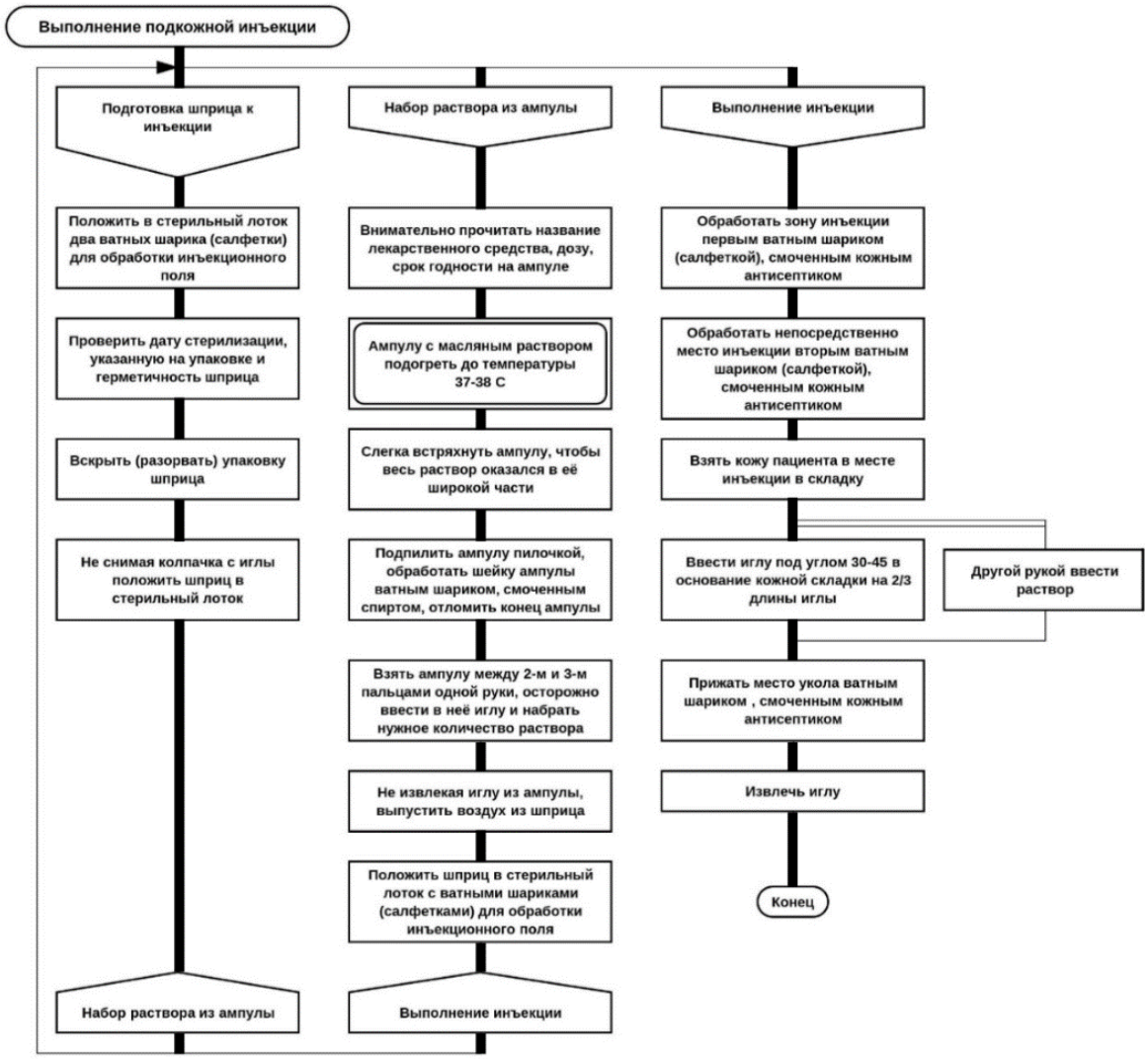


Рис. 123. Алгоритм «Выполнение подкожной инъекции» [4, p. 53]

Для создания алгоритмов на языке ДРАКОН разработано несколько программных средств, в том числе работающих онлайн, в браузере. Наиболее простой и подходящей для построения медицинских ДРАКОН-схем является программа DrakonHub. Преимущество в том, что врачу-разработчику необходимо лишь вставлять в создаваемую схему алгоритма требуемые иконы, а программа самостоятельно прокладывает необходимые маршруты.

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ

В Красноярском медицинском университете, начиная с 2018 года, студентов знакомят с языком ДРАКОН и программой DrakonHub в рамках следующих дисциплин:

- «Введение в информационные технологии» на лечебном и педиатрическом факультетах;
- «Введение в информационные технологии и системы искусственного интеллекта» на стоматологическом факультете;
- «Информационные медицинские системы» на медико-психолого-фармацевтическом факультете.

Обучение охватывает студентов следующих специальностей:

- 31.05.01 Лечебное дело;
- 31.05.02 Педиатрия;
- 31.05.03 Стоматология;
- 30.05.03 Медицинская кибернетика.

На язык ДРАКОН и программу DrakonHub отводится 2 часа практических занятий.

ВЫВОДЫ

1. При разработке клинических алгоритмов следует обязательно использовать программу DrakonHub.
2. С помощью DrakonHub процесс рисования алгоритмов происходит удобно, легко и с большой скоростью.
3. Автоматическое создание структуры клинического алгоритма с помощью соединительных линий значительно облегчает труд врача-разработчика алгоритмов.
4. В Красноярском медицинском университете разработано учебное пособие по созданию алгоритмов на языке ДРАКОН с помощью программы DrakonHub.
5. Координационный совет по области образования «Здравоохранение и медицинские науки» рекомендовал данную работу в качестве учебного пособия для подготовки специалитета по группе специальностей 31.00.00 «Клиническая медицина».
6. В Красноярском медицинском университете, начиная с 2018 года, студентов знакомят с языком ДРАКОН и программой DrakonHub.
7. Обучение охватывает студентов следующих специальностей:
   - 31.05.01 Лечебное дело;
   - 31.05.02 Педиатрия;
   - 31.05.03 Стоматология;
   - 30.05.03 Медицинская кибернетика.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 18

1. Как разрабатывается структура дракон-алгоритма: вручную или автоматически?
2. Может ли графический конструктор DrakonHub автоматически проводить соединительные линии между иконами дракон-алгоритма?

3. Почему пользователю запрещено проводить соединительные линии между иконами дракон-схемы?
4. Позволяет ли язык ДРАКОН сделать наглядными и удобочитаемыми приказы Минздрава РФ, содержащие сложные инструкции, такие как «Инструкция по уничтожению наркотических средств и психотропных веществ»?
5. Верно ли, что благодаря программе DrakonHub процесс рисования клинических алгоритмов происходит удобно, легко и с большой скоростью?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 18

1. Выберите правильный ответ:

- Структура дракон-алгоритма реализуется с помощью икон и маркеров.
- Структура дракон-алгоритма реализуется без использования соединительных линий между иконами.
- Структура дракон-алгоритма реализуется с помощью стрелок.
- Структура дракон-алгоритма реализуется с помощью соединительных линий между иконами.

2. Выберите правильный ответ:

- Конструктор DrakonHub создает структуру без соединительных линий.
- Конструктор DrakonHub не может автоматически создать структуру дракон-схемы.
- Конструктор DrakonHub полностью избавляет врача-разработчика от забот о проектировании структуры.

3. Сколько икон Вариант на рис. 120?

- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 18

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 120. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 122. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Часть VI
АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ЛОГИКА В КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМАХ

Глава 19
АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ВКРАПЛЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ТЕКСТЕ

КАК ПРЕВРАТИТЬ МЕДИЦИНСКИЙ ТЕКСТ В АЛГОРИТМ

В медицинской литературе алгоритмы иногда присутствуют в тексте 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: определения, пояснения, обоснования, аргументация, доказательства, ссылки на научные эксперименты и т. д. Это, конечно, совсем не «мякина», а чрезвычайно ценные и важные сведения, но (!) совершенно бесполезные и ненужные при рисовании графических алгоритмов. Поэтому при разработке клинических алгоритмов все лишнее необходимо выделить и удалить.

Поясним сказанное на примере, относящемся к аутоиммунной гемолитической анемии.

> «При резистентности к кортикостероидам и внутривенному введению иммуноглуболина в последние годы ряд авторов рекомендуют применять ритуксимаб (мабтера) — химерные человеческие моноклональные антитела против *CD*20» [6, p. 223].

Удалив из цитаты «шелуху и мякину», получим:

> «При резистентности к кортикостероидам и внутривенному введению иммуноглуболина рекомендуют применять ритуксимаб» [6, p. 223].

Это и есть искомое алгоритмическое «вкрапление», которое нас интересует.

КАК ПРЕВРАТИТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ТЕКСТ В ГРАФИЧЕСКИЙ 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. 124 и 125.

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. 124 и 125 равносильны.

Рис. 124. Алгоритм лечения со сложным условием. Выход «Нет» *слева*

Рис. 125. Алгоритм лечения со сложным условием. Выход «Нет» *справа*

В ДРАКОНЕ ЗАПРЕЩЕНЫ СЛОЖНЫЕ УСЛОВИЯ. ЧТО БУДЕМ ДЕЛАТЬ?

На рис. 124 и 125 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. 126 и 127.

На первый взгляд, между рисунками 126 и 127 нет сходства. Однако это не так. Легко убедиться, что на рис. 126 и 127 присутствуют три совершенно одинаковых маршрута. Можно математически доказать, что алгоритмы на этих рисунках в точности совпадают, они равносильны.

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. 126) соблюдается картографический принцип ДРАКОНа, а справа (на рис. 127) — нет.

Поясним. Левая вертикаль на рис. 126 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 на рис. 126 выполняется правило: «Чем правее, тем хуже».

Картографический принцип обеспечивает эргономическую упорядоченность и концептуальное единство во всех частях дракон-алгоритма рис. 126.

Рис. 126. Алгоритм лечения с двумя простыми условиями. Выход «Нет» *слева*. Картографический принцип соблюдается [6, p. 223].

Рис. 127. Алгоритм лечения с двумя простыми условиями. Выход «Нет» *справа.* Картографический принцип нарушен.

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», причем «вкрапление» 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. 124, 125.
4. Преобразовать сложное логическое условие в несколько простых условий, причем каждое простое условие следует записать в отдельной иконе Вопрос (как на рис. 126, 127).
5. Выбрать из пары равносильных алгоритмов один, который удовлетворяет картографическому принципу языка ДРАКОН. А второй алгоритм забраковать и отбросить.

Пример, описанный в начале главы, полностью соответствует данной методике. Ниже представлены еще несколько примеров.

ПРИМЕР 2. КАК ПРЕВРАТИТЬ МЕДИЦИНСКИЙ ТЕКСТ В ЭРГОНОМИЧНЫЙ АЛГОРИТМ

Рассмотрим 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» [6, pp. 182, 183].

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» [6, pp. 182, 183].

Преобразуем последний текст в графику. Как и раньше, сделаем это двумя способами и получим пару равносильных алгоритмов (рис. 128 и 129).

Рис. 128. Алгоритм ХОБЛ со сложным условием. Выход «Нет» *слева*

Рис. 129. Алгоритм ХОБЛ со сложным условием. Выход «Нет» *справа*

Согласно правилам ДРАКОНа заменим сложное условие на простое. Два искомых равносильных алгоритма показаны на рис. 130 и 131. Первый является хорошим и эргономичным. А второй плохим, неудобным и ненужным.

Рис. 130. Алгоритм ХОБЛ с двумя простыми условиями. Выходы «Нет» *слева*. Картографический принцип соблюдается [6, pp. 182, 183].

Рис. 131. Алгоритм ХОБЛ с двумя простыми условиями. Выходы «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 (снижения работоспособности, появление нарушений речи, снижение качества мыслительных процессов, другие когнитивные нарушения), появление шума в проекции сонных артерий при аускультации шеи, должно быть основанием для направления больного для проведения ультразвукового допплерографического 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» [111].

Удалив пояснения и лишние слова, получим концентрированную алгоритмическую мысль:

> «Выявление клинических симптомов транзиторных ишемических атак, нарастающей церебральной недостаточности, появление шума в проекции сонных артерий при аускультации шеи должно быть основанием для ультразвукового допплерографического 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» [111].

Преобразуем последний текст в графику. Действуя, как раньше, по накатанной колее, получим пару равносильных алгоритмов (рис. 132 и 133).

Рис. 132. Алгоритм со сложным условием. Выход «Нет» *слева*. Картографический принцип соблюдается.

Рис. 133. 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. 134 и 135. Первый является хорошим и упорядоченным (картографическим), второй не удовлетворяет требованиям и отбрасывается.

Рис. 134. Хороший алгоритм. Он удовлетворяет всем требованиям [111].

Рис. 135. 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 и крайне необходима, но при описаниях клинических алгоритмов она не нужна и вредит делу.

Алгоритмические вкрапления похожи на множество крошечных островков в безбрежном океане медицинской литературы. Между островками должны быть соединительные алгоритмические мостики, но они зачастую лишь подразумеваются и явном виде не описаны. *Это недостаток медицинской литературы.*

Многие вкрапления существуют в медицинских публикациях в виде изолированных точек. Они остаются одинокими алгоритмическими сиротами, не объединяются в логически законченные фрагменты и не всегда 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. 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, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах — важный недостаток. Оно приводит к тому, что тяжкое бремя познания процедурных медицинских знаний возлагается на самих учащихся — на студентов-медиков и слушателей системы последипломного медицинского образования.

Сказанное означает, что проблема алгоритмизации медицинской литературы по-прежнему далека от решения.

ПРОЦЕДУРНЫЕ И ДЕКЛАРАТИВНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ЗНАНИЯ

Различают процедурные и декларативные медицинские знания (procedural and descriptive medical knowledge). Процедурные знания — это «знания КАК», декларативные — «знания ЧТО».

Процедурные знания	Это знания о действиях, процедурах, планах, процессах и инструкциях, которые можно легко превратить в последовательность команд
Декларативные знания	Это различные описания, которые невозможно превратить в последовательность команд

Примеры показаны в таблице 1.

Табл. 1

Это процедурный текст	Это декларативный текст
Сходи к бабушке, возьми у нее телевизор и отнеси в ремонт. На случай, если бабушки не будет дома, возьми с собой ключ от ее квартиры.	Телевизор был старый, покрытый толстым слоем пыли. Видимо, им уже давно не пользовались.

КАК ПРЕВРАТИТЬ ПРОЦЕДУРНОЕ ЗНАНИЕ В АЛГОРИТМ

В правой части рис. 136 в желтом прямоугольнике записано процедурное знание «Сходи к бабушке». Это знание можно превратить в дракон-алгоритм (рис. 136, *слева*).

Пробежим взглядом по схеме сверху вниз. Мы обнаружим, что алгоритм нарисован не хаотично, а упорядоченно. Тут действует:

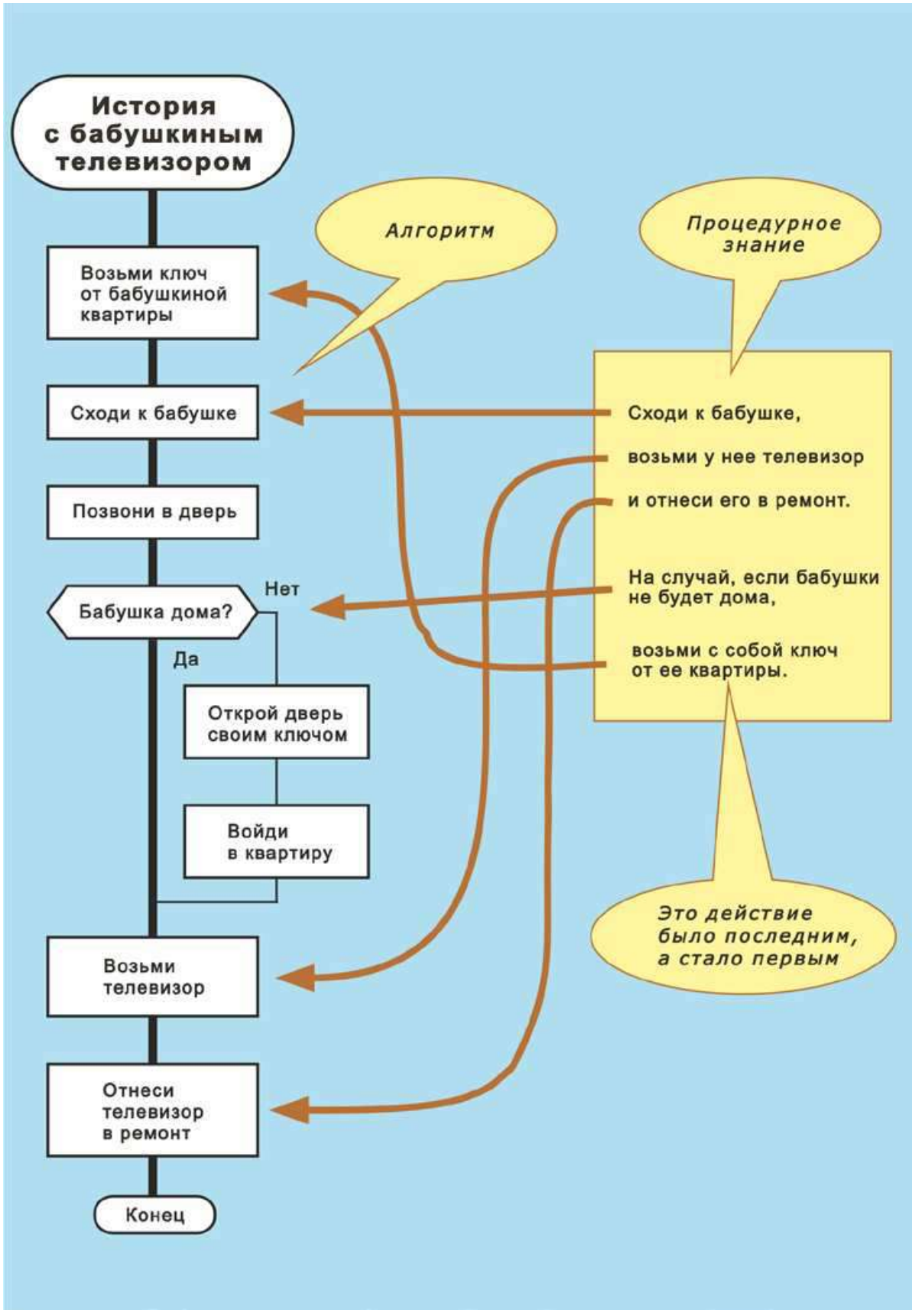


Рис. 136. Чтобы превратить процедурное знание (справа) в алгоритм (слева), иногда приходится изменять порядок действий (см. стрелки)

Правило. Чем ниже нарисована икона, тем позже выполняется записанная в ней команда. (Для краткости: «Чем ниже – тем позже»). Данное правило выполняется во всех алгоритмах.

Здесь нас поджидает сюрприз. Переведем взгляд со схемы на исходный текст. Налицо разительный контраст – в тексте данное правило не соблюдается! Таким образом, алгоритм сильно отличается от исходного текста. В чем отличие?

Порядок записи команд коренным образом изменился. Это хорошо видно на рис. 136.

- Первая команда текста *(Сходи к бабушке)* в алгоритме стала не первой, а второй.
- Вторая команда *(возьми у нее телевизор)* переехала в другое место — стала предпоследней.
- Третья команда *(и отнеси его в ремонт)* стала последней.
- Четвертая команда *(На случай, если бабушки не будет дома)* сохранила свое место – осталась четвертой.
- И наконец, самое удивительное. Последняя команда текста *(возьми с собой ключ от ее квартиры)* перескочила из конца в начало. В алгоритме она стала самой первой.

Как можно объяснить эти превращения? Процедурное знание, представленное на рис. 136, написано на естественном языке. В этом языке закон «Чем ниже – тем позже» не действует.

В алгоритме ситуация обратная — закон обязательно исполняется.

КАК ВЫЧЛЕНИТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ

Акцентируя внимание на недостатках, можно сказать, что современная медицинская литература не упорядочена. Она представляет собой эклектическую смесь из процедурных и декларативных медицинских знаний.

Задача состоит в том, чтобы:

- четко разграничить два типа знания;
- объединить алгоритмические вкрапления с помощью языка ДРАКОН;
- преобразовать их сначала в законченные алгоритмы, а затем в алгоритмические системы и комплексы.

КАК ИЗВЛЕЧЬ КЛИНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

Чтобы извлечь медицинский алгоритм из медицинских публикаций, необходимо:

- отделить процедурный текст от декларативного;
- выявить все логические условия, в том числе пропущенные в тексте;
- выделить все сложные логические условия и заменить каждое из них на несколько простых условий;
- обеспечить эргономическую упорядоченность алгоритма, проверив строгое соблюдение картографического принципа.

ПОЯСНЕНИЕ К ЭТОЙ ГЛАВЕ

В данной главе мы сделали первый шаг и решили ограниченную задачу. С помощью двенадцати наглядных рисунков (рис. 124–135) мы проанализировали ситуацию и показали, что язык ДРАКОН позволяет преобразовать элементарные текстовые вкрапления в графическую форму. Мы упорядочили графику с помощью когнитивно-эргономического метода. За счет этого удалось существенно облегчить восприятие, осмысление и понимание простых алгоритмов.

На этом мы завершаем анализ текстовых алгоритмических вкраплений. В следующих двух главах переходим к более глубокому изучению логических операций в графических клинических алгоритмах.

ВЫВОДЫ

1. Два алгоритма называются равносильными, если они имеют в точности одинаковые маршруты.
2. В языке ДРАКОН запрещены сложные логические условия.
3. Сложное логическое условие следует заменить на несколько простых условий.
4. Каждое простое логическое условие следует записать в отдельной иконе Вопрос.
5. Из пары равносильных алгоритмов следует выбрать один, который удовлетворяет картографическому принципу.
6. Картографический принцип обеспечивает эргономическую упорядоченность и концептуальное единство во всех частях дракон-алгоритма.
7. Различают процедурные и декларативные медицинские знания.
8. Клинические алгоритмы относятся к процедурным знаниям.
9. Процедурные медицинские знания — это знания о действиях, процедурах, процессах и инструкциях, которые можно легко превратить в последовательность команд
10. Декларативные медицинские знания — это определения понятий, пояснения, обоснования, аргументация, доказательства, ссылки на научные эксперименты и пр.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 19

1. Как превратить медицинский текст в алгоритм?
2. Как превратить алгоритмический текст в графический алгоритм?
3. Как удалить из иконы Вопрос сложное логическое условие? Приведите примеры.
4. Как обеспечить выполнение картографического принципа в дракон-алгоритме? Приведите примеры.
5. Чем различаются процедурные и декларативные медицинские знания?
6. Что такое процедурные знания?
7. Что такое декларативные знания?
8. Как превратить процедурное знание в алгоритм?

9. Как извлечь медицинский алгоритм из медицинских публикаций?
10. Верно ли, что язык ДРАКОН позволяет преобразовать элементарные алгоритмические вкрапления в графическую форму?
11. Каким образом можно облегчить восприятие, осмысление и понимание простых алгоритмов?
12. Какие алгоритмы называются равносильными?
13. Как заменить сложное логическое условие на несколько простых условий? Приведите примеры.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 19

1. Два алгоритма называются равносильными, если они:

- имеют одинаковые иконы.
- имеют одинаковые маршруты.
- имеют одинаковую величину.
- имеют одинаковые размеры.

2. Выберите правильный ответ:

- В языке ДРАКОН запрещены простые условия.
- В языке ДРАКОН запрещены сложные условия.
- В языке ДРАКОН запрещены сложные действия.
- В языке ДРАКОН запрещены составные процедуры.

3. Выберите правильный ответ:

- Каждое сложное условие следует записать в отдельной иконе Вставка.
- Каждое сложное условие следует записать в отдельной иконе Вопрос.
- Каждое сложное условие следует записать в отдельной иконе Вариант.
- Каждое простое условие следует записать в отдельной иконе Вопрос.

4. Декларативные знания — это различные описания, которые:

- невозможно превратить в последовательность команд.
- можно превратить в последовательность команд.
- можно заменить на последовательность команд.
- невозможно использовать по назначению.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 19

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 134. Дополните его недостающими элементами. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 136. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 20
ЛОГИКА В МЕДИЦИНЕ

КРИТИКА БЛОК-СХЕМЫ АЛГОРИТМА

Для наших целей удобно одновременно рассматривать пару равносильных алгоритмов. Продолжим эту традицию.

На рис. 137 и 138 изображены два равносильных алгоритма, нарисованные согласно стандарту на блок-схемы ГОСТ 19.701–90.

С точки зрения когнитивной эргономики, можно отметить ряд недостатков, характерных для блок-схем.

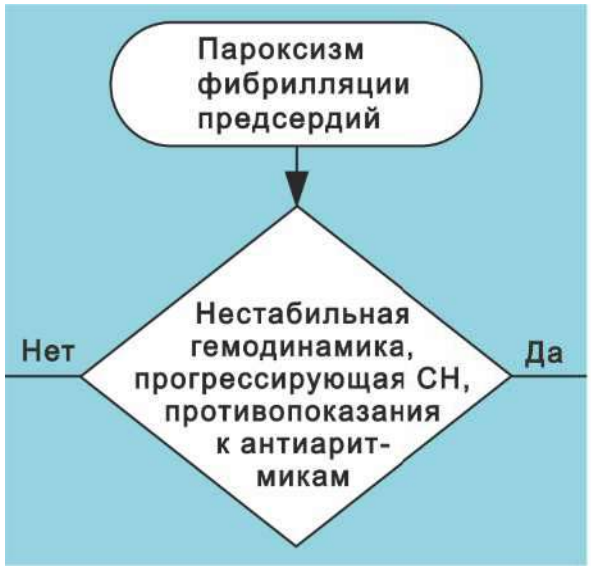


Рис. 137. Ромб и сложное условие. Выход Нет *слева*

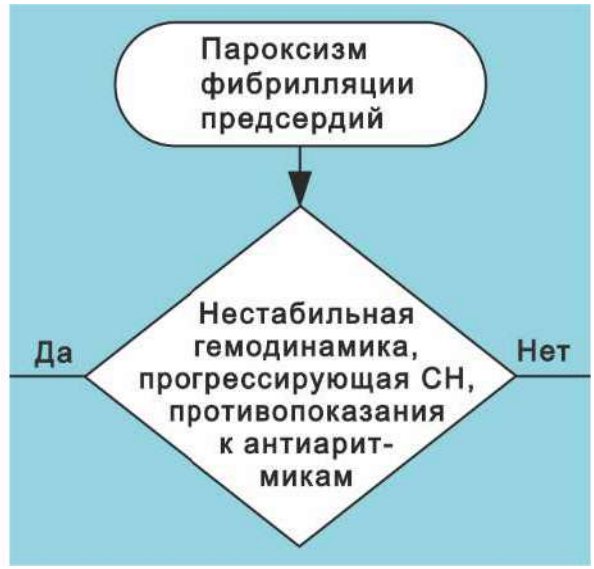


Рис. 138. Ромб и сложное условие. Выход Нет *справа*

1. Для обозначения развилки используется ромб, который занимает слишком много места и содержит мало текста.
2. Ромб не позволяет поместить внутри необходимое количество удобочитаемого текста, состоящего из строк равной длины.

3. 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.
4. Блок-схема не упорядочена. Картографический принцип к ней не применим. Соединительные линии могут быть направлены в любую сторону.
5. 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

На рис. 138 изображен фрагмент алгоритма из учебника «Поликлиническая терапия», представленный в виде блок-схемы [6, pp. 114, 115]. Внутри ромба записано трудное для понимания сложное логическое условие, которое является скрытым источником врачебных ошибок. Сложное условие состоит из трех простых условий:

- нестабильная гемодинамика;
- прогрессирующая сердечная недостаточность;
- противопоказания к антиаритмикам.

Логическая ошибка в том, что на рис. 137, 138 не указаны логические знаки. Как связаны простые условия? С помощью знаков «И» или «ИЛИ»?

Преобразуем ромб в набор простых логических условий, причем сделаем это двумя способами — в виде двух равносильных алгоритмов, как показано на рис. 139 и 140. Оба рисунка устраняют логическую ошибку.

Сравнивая их, можно заметить, что картографический принцип выполняется лишь слева, на рис. 139. 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 убрать недостаток, надо устранить негативные моменты и выбрать наилучший для больного маршрут.

Для этого на все три негативных вопроса следует ответить «Нет». Это и будет «хороший» маршрут, описывающий благоприятную для пациента ситуацию. На рис. 139 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. 139 удовлетворяет правилу ДРАКОНа «Чем правее, тем хуже». Алгоритм на рис. 140 таким свойством не обладает.

Рис. 139. Картографический принцип соблюдается

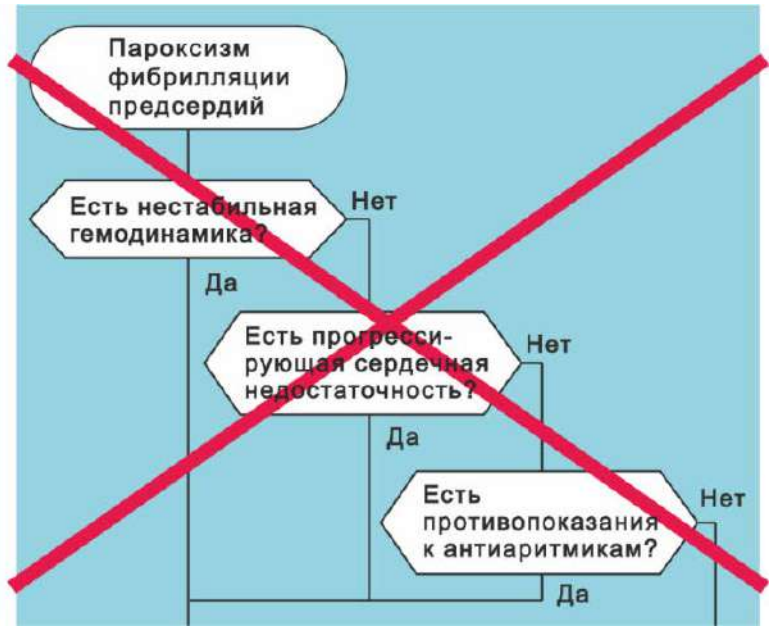


Рис. 140. Картографический принцип нарушен

НЕГАТИВНЫЕ И ПОЗИТИВНЫЕ ВОПРОСЫ

В этой и прошлой главе мы много раз упражнялись, преобразуя сложные логические условия в простые. Перечислим наши упражнения.

- На рис. 126 и 127 показаны два простых логических условия (помещенные в две иконы Вопрос).
- На рис. 130 и 131 также нарисованы два условия в двух иконах Вопрос.
- На рис. 134 и 135 изображены уже не два, а три простых логических условия (помещенные в три иконы Вопрос).
- На рис. 139 и 140 — 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. 141 и 142. Пациент находится в угрожающем для жизни состоянии, решается вопрос о реанимации [26]. В первую очередь врач должен ответить на вопросы:

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

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 операцию «ИЛИ».

Попытаемся понять: в каком случае нужно проводить первичный осмотр пациента? Алгоритм на рис. 141 и 142 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.

Отсюда проистекает вывод: первичный осмотр пациента в алгоритме на рис. 141 и 142 выполняется по схеме «ИЛИ».

ПОЯСНЕНИЕ

Ситуацию можно описать так. Первичный осмотр следует проводить в следующих случаях:

— пациент реагирует на обращение и прикосновение,
— пациент нормально дышит,
— имеют место оба этих признака.

Оба алгоритма на рис. 141 и 142 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).* Это хорошо.

А правый не соблюдает. Это плохо.

И последнее. На рис. 141 и 142 в иконах Вопрос мы впервые использовали позитивные вопросы. Этим они отличаются от рисунков 124–140, 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».

Рис. 141. Схема «ИЛИ» с двумя условиями. Выход «Да» слева. Картографический принцип соблюдается.

Рис. 142. Схема «ИЛИ» с двумя условиями. Выход «Да» справа. Картографический принцип нарушен.

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. 141, 142 и внесем в него 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. 143, 144.

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. 143 и 144) 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. 143 и 144) равносильны и отличаются только способом начертания.

Рис. 143. Схема «ИЛИ» с тремя условиями. Выход «Да» слева. Картографический принцип соблюдается.

Рис. 144. Схема «ИЛИ» с тремя условиями. Выход «Да» справа. Картографический принцип нарушен.

СХЕМА «ИЛИ» ДЛЯ ПОЗИТИВНЫХ И НЕГАТИВНЫХ ВОПРОСОВ

Мы познакомились с двумя новыми понятиями:

- позитивный вопрос,
- негативный вопрос.

Им соответствуют две разные схемы:

- стандартная схема «ИЛИ» (рис. 145, 147);
- нестандартная схема «ИЛИ» (рис. 146, 148).

Все четыре примера на рис. 145–148 удовлетворяют правилам ДРАКОНа и являются правильными. Они рекомендуются в качестве образцов для подражания. Схема «ИЛИ» соответствует выходу «Да».

На рис. 145 и 147 (где позитивные вопросы) шампур идет через «Да». На рис. 146 и 148 (где негативные вопросы) шампур идет через «Нет».

Стандартная схема «ИЛИ» похожа на «Лестницу с уступами», нестандартная — на «Мачту с парусами».

На рис. 145 лестница имеет два уступа, на рис. 147 — три. Точно так же на рис. 146 мачта имеет два паруса, на рис. 148 — три. А если добавить еще один «этаж»? Лестница будет расти в ширину, а мачта — в высоту.

Рис. 145. Стандартная схема «ИЛИ» с двумя позитивными вопросами

Рис. 146. Нестандартная схема «ИЛИ» с двумя негативными вопросами [6, pp. 182, 183]

Рис. 147. Стандартная схема «ИЛИ» с тремя позитивными вопросами

Рис. 148. Нестандартная схема «ИЛИ» с тремя негативными вопросами [111]

Правило стандартной схемы «ИЛИ»

- Стандартная схема «ИЛИ» (лестница) предназначена для изображения двух или более *позитивных* вопросов.
- Шампур помечают словом «Да».

Правило нестандартной схемы «ИЛИ»

- Нестандартная схема «ИЛИ» (мачта) предназначена для изображения двух или более *негативных* вопросов.
- Шампур помечают словом «Нет».

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И» С ДВУМЯ ЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Схема «И» отличается тем, что необходимо совпадение двух или нескольких условий.

Предположим, надо повесить картину. Придется забить в стену гвоздь. Что для этого нужно? Молоток и гвоздь. Если есть гвоздь, а молотка нет, ничего не выйдет. И наоборот, если есть молоток без гвоздя, толку не будет. Непременно нужно то и другое. Говорят, что нужно совпадение двух условий: гвоздя и молотка (рис. 149 и 150).

Логическая операция «И» означает: если на оба вопроса получен ответ «Да», надо выполнить действие, на которое указывает выход «Да» нижней иконы Вопрос (Забей гвоздь в стену). Оба алгоритма (на рис. 149 и 150) равносильны и отличаются только способом начертания.

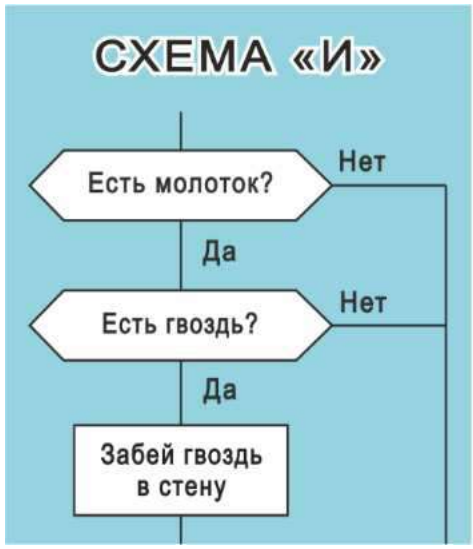


Рис. 149. Схема «И» с двумя условиями. Выход «Да» слева. Картографический принцип соблюдается.

Рис. 150. Схема «И» с двумя условиями. Выход «Да» справа. Картографический принцип нарушен.

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И». МЕДИЦИНСКИЙ ПРИМЕР

Рассмотрим равносильные алгоритмы на рис. 151 и 152. 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 [112].

Алгоритм на рис. 151 и 152 говорит, что проведение интубации трахеи возможно при совпадении двух условий.

- Если врач обладает достаточным опытом и способен провести интубацию. (Маршрут выходит из верхней иконы Вопрос через «Да»).
- 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. 151 и 152 выполняется по схеме «И».

Ситуацию можно описать так. Интубацию трахеи следует проводить, если одновременно выполняются два условия:

- врач способен провести интубацию
- польза от интубации больше, чем риск.

Оба алгоритма на рис. 151 и 152 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. 151. Схема «И» с двумя условиями. Выход «Да» слева. Картографический принцип соблюдается [112].

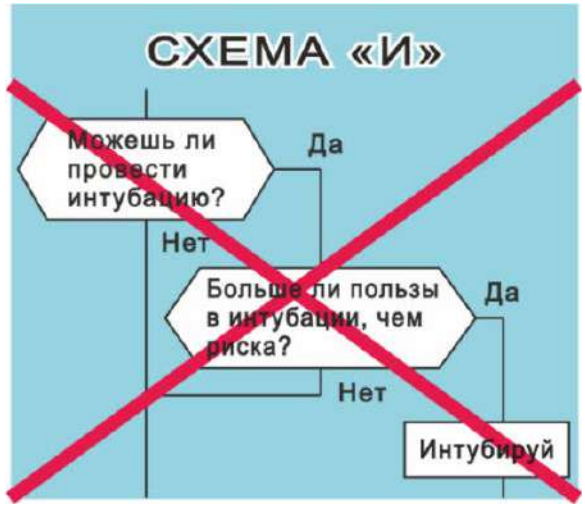


Рис. 152. Схема «И» с двумя условиями. Выход «Да» справа. Картографический принцип нарушен.

ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА «И» С ТРЕМЯ УСЛОВИЯМИ

Мы изучили схему «И» с двумя условиями (с двумя иконами Вопрос). Рассмотрим более сложную схему на рис. 153, 154, которая содержит не два, а три условия.

Врач должен получить ответ на три вопроса [26, p. 160]:

- Чувствует ли беременная женщина движения плода, как обычно?
- В норме ли аускультируемый 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. 153 и 154) 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. 153. Схема «И» с тремя условиями. Выход «Да» слева. Картографический принцип соблюдается [26, p. 79].

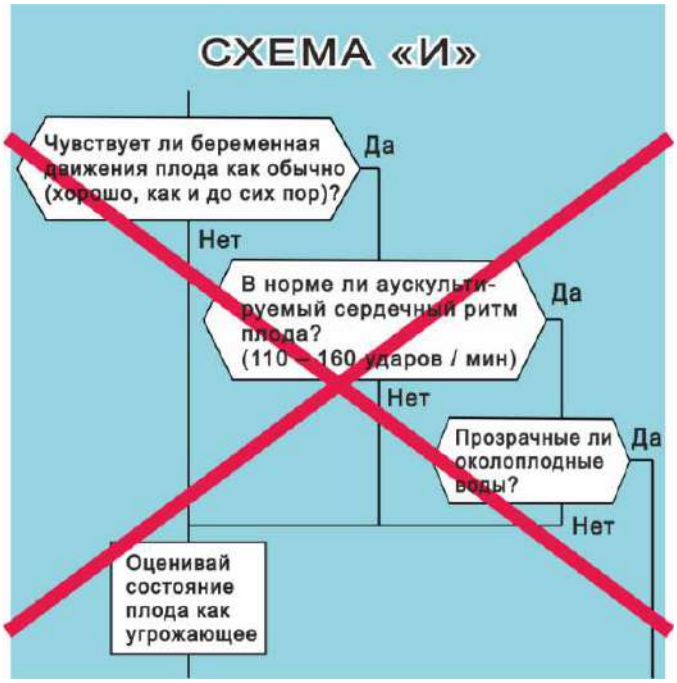


Рис. 154. Схема «И» с тремя условиями. Выход «Да» справа. Картографический принцип нарушен.

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».

Рис. 155. Стандартная схема «И» с двумя позитивными вопросами

Рис. 156. Нестандартная схема «И» с двумя негативными вопросами

Все четыре примера на рис. 155–158 удовлетворяют правилам ДРАКОНа и являются правильными. Они рекомендуются в качестве образцов для подражания. Схема «И» соответствует выходу «Да».

На рис. 155 и 157 (где позитивные вопросы) шампур идет через «Да», на рис. 156 и 158 (негативные вопросы) шампур идет через «Нет».

МНЕМОНИЧЕСКОЕ ПРАВИЛО

Стандартная схема «И» похожа на «Мачту с парусами», нестандартная — на «Лестницу с уступами».

На рис. 155 мачта имеет два паруса, на рис. 157 — три. Точно так же на рис. 156 лестница имеет два уступа, на рис. 158 — три.

Если добавить еще один или несколько «этажей», мачта будет расти в высоту, а лестница — в ширину.

Правило стандартной схемы «И»

- Стандартная схема «И» (мачта) предназначена для изображения двух или более *позитивных* вопросов.
- Шампур помечают словом «Да».

Правило нестандартной схемы «И»

- Нестандартная схема «И» (лестница) предназначена для изображения двух или более *негативных* вопросов.
- Шампур помечают словом «Нет».

Рис. 157. Стандартная схема «И» с тремя позитивными вопросами

Рис. 158. Нестандартная схема «И» с тремя негативными вопросами [6, pp. 114, 115]

ГЛАВНЫЙ ВЫХОД ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Главный выход логической схемы — это выход, который реализует заданную логическую функцию.

Главный выход логической схемы «И» на рис. 157 — левый, а на рис. 158 — правый.

Главный выход логической схемы «ИЛИ» на рис. 147 — левый, на рис. 148 — правый.

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. Следует различать позитивные и негативные вопросы.
4. Позитивный вопрос при ответе «Да» указывает на благоприятное для больного положение дел.
5. Негативный вопрос при ответе «Да», указывает на неблагоприятную для пациента ситуацию.
6. Стандартная схема «ИЛИ» (лестница) служит для представления двух и более позитивных вопросов. Шампур помечают словом «Да».
7. Нестандартная схема «ИЛИ» (мачта) предназначена для изображения двух и более негативных вопросов. Шампур маркируют словом «Нет».
8. Стандартную схему «И» (мачту) используют, чтобы показать два и более позитивных вопроса. Возле шампура пишут «Да».
9. Нестандартную схему «И» (лестницу) применяют, чтобы изобразить два и более негативных вопроса. Рядом с шампуром пишут «Нет».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 20

1. Назовите простые логические условия на рис. 138.
2. Можно ли устранить недостатки рис. 138 с помощью языка ДРАКОН? Как это сделать?
3. Назовите недостатки блок-схем алгоритмов по ГОСТ 19.701–90.
4. Приведите примеры негативных логических условий.
5. Что такое негативный вопрос?
6. Что такое позитивный вопрос?
7. Как создать логическую схему «ИЛИ»?
8. Приведите пример логической схемы «ИЛИ» с двумя условиями.
9. Приведите пример логической схемы «ИЛИ» с тремя условиями.
10. Что означает логическая операция «ИЛИ»?
11. Что такое стандартная схема «ИЛИ»?
12. Что такое нестандартная схема «ИЛИ»?
13. Назовите правило стандартной схемы «ИЛИ».
14. Приведите пример логической схемы «И» с двумя условиями.
15. Приведите пример логической схемы «И» с тремя условиями.
16. Что означает логическая операция «И»?
17. Что такое стандартная схема «И»?
18. Что такое нестандартная схема «И»?
19. Назовите правило стандартной схемы «И».
20. Что такое главный выход логической схемы?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 20

1. Позитивный вопрос при ответе «Да» указывает на:

- Неблагоприятное для больного положение дел.
- Благоприятное для больного положение дел.
- Улучшение состояния больного.
- Ухудшение состояния больного.

2. Негативный вопрос при ответе «Да» указывает на:

- Неблагоприятное для больного положение дел.
- Ухудшение состояния больного.
- Благоприятное для больного положение дел.
- Улучшение состояния больного.

3. Стандартная схема «ИЛИ» (лестница) служит для представления:

- двух и более сенситивных вопросов.
- двух и более негативных вопросов.
- двух и более позитивных вопросов.
- двух и более дополнительных вопросов.

4. Нестандартная схема «И» (лестница) служит для представления:

- двух и более действительных вопросов.
- двух и более негативных вопросов.
- двух и более позитивных вопросов.
- двух и более дополнительных вопросов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 20

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 153. Дополните его недостающими элементами. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 158. Дополните его недостающими элементами. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 21
НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА И СЛОЖНЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

ЧТО ТАКОЕ НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА

В данной книге мы не использовали математические формулы, чтобы не создавать трудности для читателей. Вместо формул мы применяли метод невидимой математики. В чем он заключается? Поясним на примере.

Блок-схема на 159 нам уже знакома, она скопирована с рис. 137 и содержит логическую ошибку. В чем ошибка?

Сложное логическое условие в ромбе состоит из трех простых условий:

- нестабильная гемодинамика;
- прогрессирующая сердечная недостаточность;
- противопоказания к антиаритмикам.

Ошибка в том, что не указаны логические знаки. Как связаны эти условия? С помощью знаков «И»? Или с помощью знаков «ИЛИ»?

Попробуем устранить ошибку. Для этого на 160 между условиями вставим два логических знака «**И**».

Рис. 159. В схеме имеется ошибка (нет логических знаков)

Рис. 160. В схему введены два логических знака **И**

Удалось ли нам устранить ошибку? Не совсем. Здесь во весь рост встает вопрос

> Какой выход ромба на рис. 148 является главным?

Если главным является левый выход ромба, ошибка исправлена.

Но если главным назначен правый выход ромба, ошибка сохраняется. Чтобы ее исправить, надо удалить знаки «И» и вместо них вставить знаки «ИЛИ» (рис. 163).

Рис. 161. В схеме имеется ошибка (нет логических знаков)

Рис. 162. В схему введены два логических знака **И**

Рис. 163. В схему введены два логических знака **ИЛИ**

ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ

Проблема в том, что на чертежах клинических алгоритмов логические знаки обычно не проставляются. Разумеется, врач, автор алгоритма, прекрасно знает, какой логический знак он имеет в виду. Но на блок-схеме алгоритма авторы забывают (или не считают нужным) указывать логические знаки.

Это создает трудности для студентов медицинских университетов. Глядя на «слепую» блок-схему алгоритма (лишенную логических знаков), догадаться, какой знак имел в виду автор, очень трудно или даже невозможно. В итоге страдает качество обучения.

Есть ли выход из проблемной ситуации? Да, выход есть. Надо использовать невидимую математику.

В данном конкретном примере ответ показан на рис. 164.

Рис. 164. Ошибка исправлена с помощью невидимой математики

Рис. 165. Ошибка исправлена с помощью невидимой математики, но нарушен картографический принцип

Невидимая математика позволяет полностью исключить все логические формулы и устранить ошибки.

При этом логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» выполняются в полном объеме, но логические знаки «И», «ИЛИ», «НЕ» бесследно исчезают. Они реализуются с помощью графики и становятся невидимыми. Отсюда название «невидимая математика».

ЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ И НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА

Каким образом мы избавились от формул? Чтобы ответить, нам придется на краткое время ввести формулы. Зачем? Чтобы объяснить, как их удалить. И как жить без формул по правилам невидимой математики. Итак, начнем наш рассказ о формулах.

Пете не повезло — он заболел. Что с ним случилось?

На этот счет может быть много ответов. Для простоты будем считать, что Петя болен, если выполняется хотя бы одно из трех логических условий (рис. 166):

- У Пети корь (*L*);
- У Пети болит зуб (*M*);
- У Пети ушиб (*N*).

В итоге получаем логическую функцию Z

$$Z = L \text{ или } M \text{ или } N$$

где Z означает «Петя болен» (рис. 167).

Проследим работу алгоритма на рис. 166. Бегунок, идущий по шампуру, встречает развилку на три направления, где предлагаются три Вопроса. Предположим, что хотя бы на один вопрос получен ответ «Да»:

- У Пети корь?
- У Пети болит зуб?
- У Пети ушиб?

В таком случае выполняется процедура «Лечи Петю», после чего алгоритм заканчивается.

Если же на все три Вопроса получен ответ «Нет», бегунок уходит вправо на боковой маршрут и процедура не выполняется (рис. 166).

Рис. 166. Содержательный алгоритм «Что с Петей?»

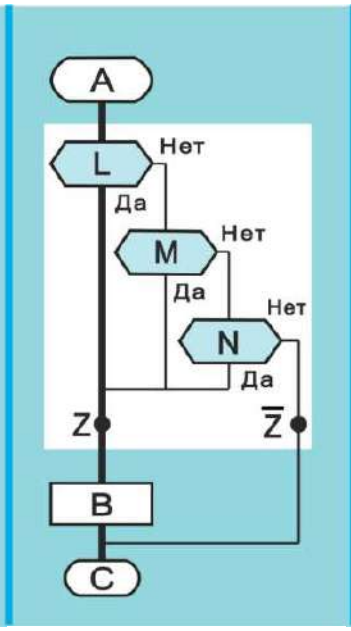


Рис. 167. Буквенный алгоритм «А»

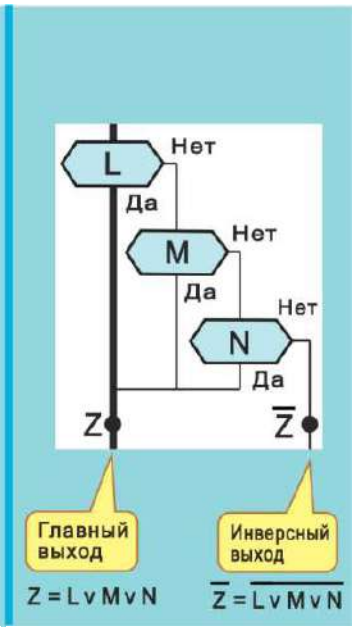


Рис. 168. В белом квадрате логическая функция «ИЛИ»

АЛГОРИТМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ОПЕРАЦИЮ «ИЛИ»

На рис. 166 и 167 приведены два примера алгоритмов. Слева (на рис. 166) рассказ о заболевшем Пете. В центре (на рис. 167) тот же самый алгоритм представлен в абстрактной буквенной форме.

Попытайтесь в этих алгоритмах найти и выделить логическую функцию «ИЛИ». Сравните свой результат с рис. 168.

ЗАМЕНА СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ФРАЗЫ ОДНОЙ БУКВОЙ

Простейшая абстракция — это замена содержательной фразы одной буквой (таблица 2). В математике принято заменять слова и фразы одной буквой, чтобы получить полезные формулы.

Табл. 2

Содержательный текст	Абстрактный текст из одной буквы
Что с Петей?	A
У Пети корь?	L
У Пети болит зуб?	M
У Пети ушиб?	N
Лечи Петю	B
Конец	C

Введенные в таблице 2 обозначения позволяют записать формулу

$$Z = L \vee M \vee N$$

где знак ∨ (по-русски читается вэ) обозначает операцию «ИЛИ» (рис. 168).

Кто придумал знак ∨. Придумал английский математик Бертран Рассел в 1908 году — это первая буква латинского слова vel, что означает «ИЛИ». Гораздо легче запомнить этот символ как жестовый знак победы

«Виктория» (Victory) в исполнении Уинстона Черчилля

ЛОГИЧЕСКОЕ ОТРИЦАНИЕ

Главный выход схемы «ИЛИ» на рис. 168 обозначим буквой Z (зэт). Второй выход на рис. 168 всегда является инверсным и обозначается через $\bar{Z}$ (зэт с чертой), где $\bar{Z}$ — логическое отрицание логической переменной Z.

Инверсия — значит отрицание. Например, если логическая переменная Z = 1 (истина), то $\bar{Z}$ = 0 (ложь). И наоборот, если Z = 0, то $\bar{Z}$ = 1.

ДВА СПОСОБА ЗАПИСИ ОПЕРАЦИИ «ИЛИ»

Есть два способа записи операции «ИЛИ»: текстовый и визуальный.

В первом случае используют одну икону Вопрос, внутри которой пишут логическое выражение, состоящее из логических переменных, соединенных знаком ∨ (рис. 169, слева).

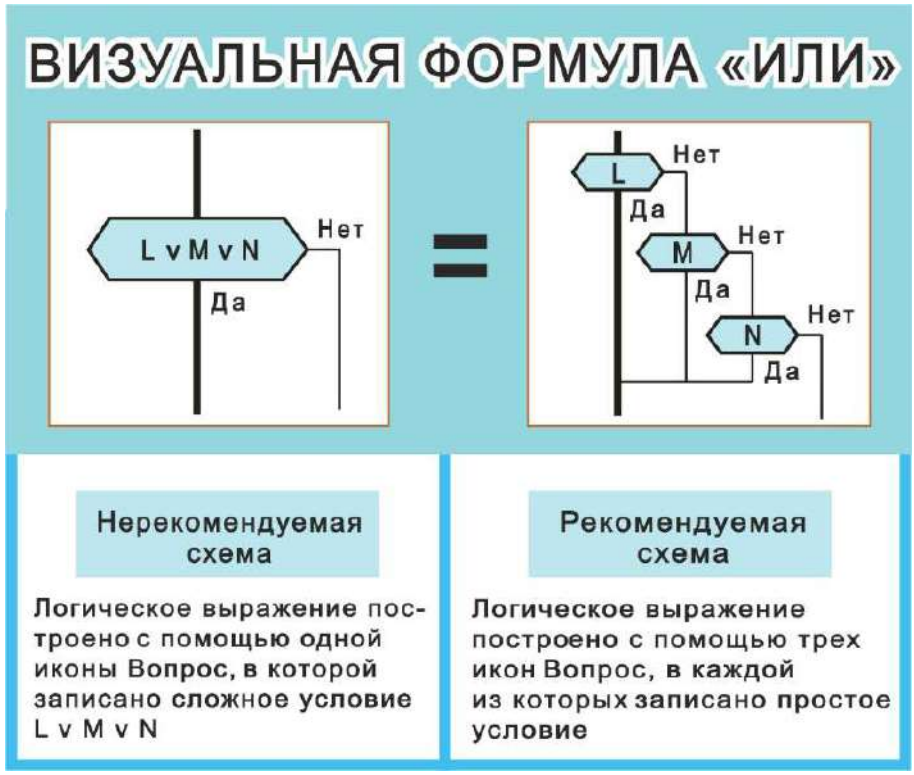


Рис. 169. Рисуйте дракон-схему «ИЛИ», как показано справа. Избегайте нерекомендуемых схем

В другом случае на трех вертикалях рисуют три иконы Вопрос, причем в каждой иконе записывают одну логическую переменную (рис. 169, справа). Оба способа дают верный результат.

ЧТО ЛУЧШЕ: ТЕКСТ ИЛИ ГРАФИКА

Визуальная формула на рис. 169 говорит, что оба способа эквивалентны.

Для практического использования рекомендуется графический способ (справа), так как он более нагляден и позволяет быстрее найти ошибку в сложном алгоритме.

Текстовый способ (слева) представляет собой математическую формулу Z = L ∨ M ∨ N. Графический способ (справа) в явном виде не содержит формул. Однако графика содержит ее неявно, так как на выходе шампура сигнал появляется в точном соответствии с формулой Z = L ∨ M ∨ N. Полученный эффект называется «невидимая математика».

НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА, СХЕМА «ИЛИ» И ЗАКОН ДЕ МОРГАНА

В главах 19 и 20 мы рассмотрели свыше тридцати примеров с профессиональными медицинскими текстами, которые выполняют различные логические функции (рис. 124–158). Во всех случаях логические функции реализованы с помощью невидимой математики. Последняя хороша тем, что позволяет полностью отказаться от логических математических формул.

Наша ближайшая цель — показать, что невидимая математика позволяет доказать важные логические законы — законы де Моргана.

Начнем издалека и освежим в памяти рисунки 145 и 146, где показана стандартная и нестандартная схемы «ИЛИ». Удалим мысленно медицинский текст в иконах Вопрос. Заменим его буквами A и B. Результат такого «переодевания» изображен на рис. 170.

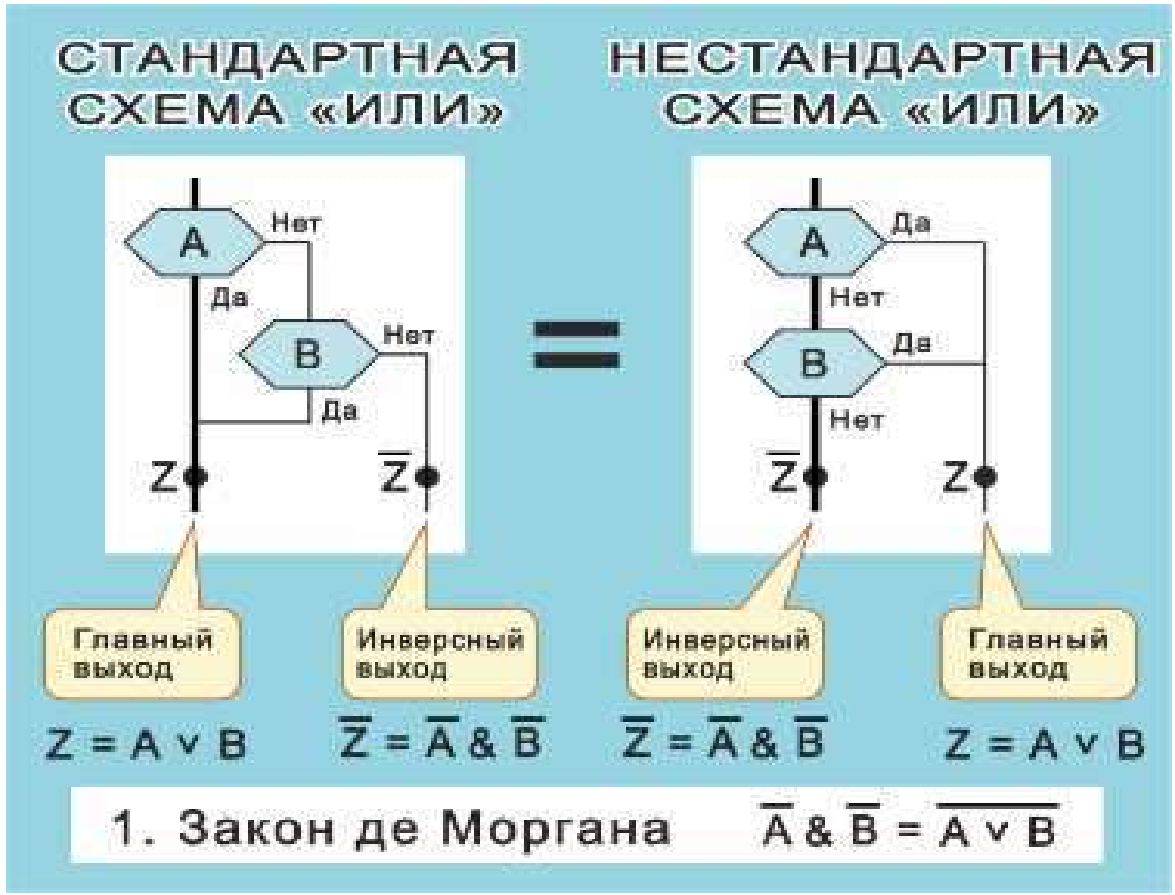


Рис. 170. Две схемы «ИЛИ» в виде лестницы (слева) и мачты (справа) являются равносильными. Они соединены знаком равенства. Связь между главным и инверсным выходами выражает закон де Моргана.

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) [113].

Поясним. Главный выход стандартной схемы «ИЛИ» на рис. 158 описывается формулой (1).

$$Z = A \vee B \qquad (1)$$

Применив операцию отрицания к обеим частям равенства (1), получим формулу (2).

$$\bar{Z} = \overline{A \vee B} \qquad (2)$$

Инверсный выход стандартной схемы «ИЛИ» на рис. 158 описывается формулой (3).

$$\bar{Z} = \bar{A} \,\&\, \bar{B} \qquad (3)$$

В формуле (3) вместо знака «И» используют знак «&» (амперсанд). Оба знака («И» и «&») имеют одинаковый смысл и обозначают одно и то же.

Из формул (2) и (3) вытекает первый закон де Моргана:

$$\bar{A} \,\&\, \bar{B} = \overline{A \vee B}$$

КАК УПРОСТИТЬ РАБОТУ ВРАЧА

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. 171 та же самая проблема решена для схемы «И».

Для начала посмотрим на рис. 155 и 156. Медицинский текст в иконах Вопрос на этих рисунках заменим буквами A и B. Главный выход схемы «И» обозначим буквой Z. Второй (инверсный) выход является логическим отрицанием Z. Обозначим его через $\bar{Z}$ (зэт 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.

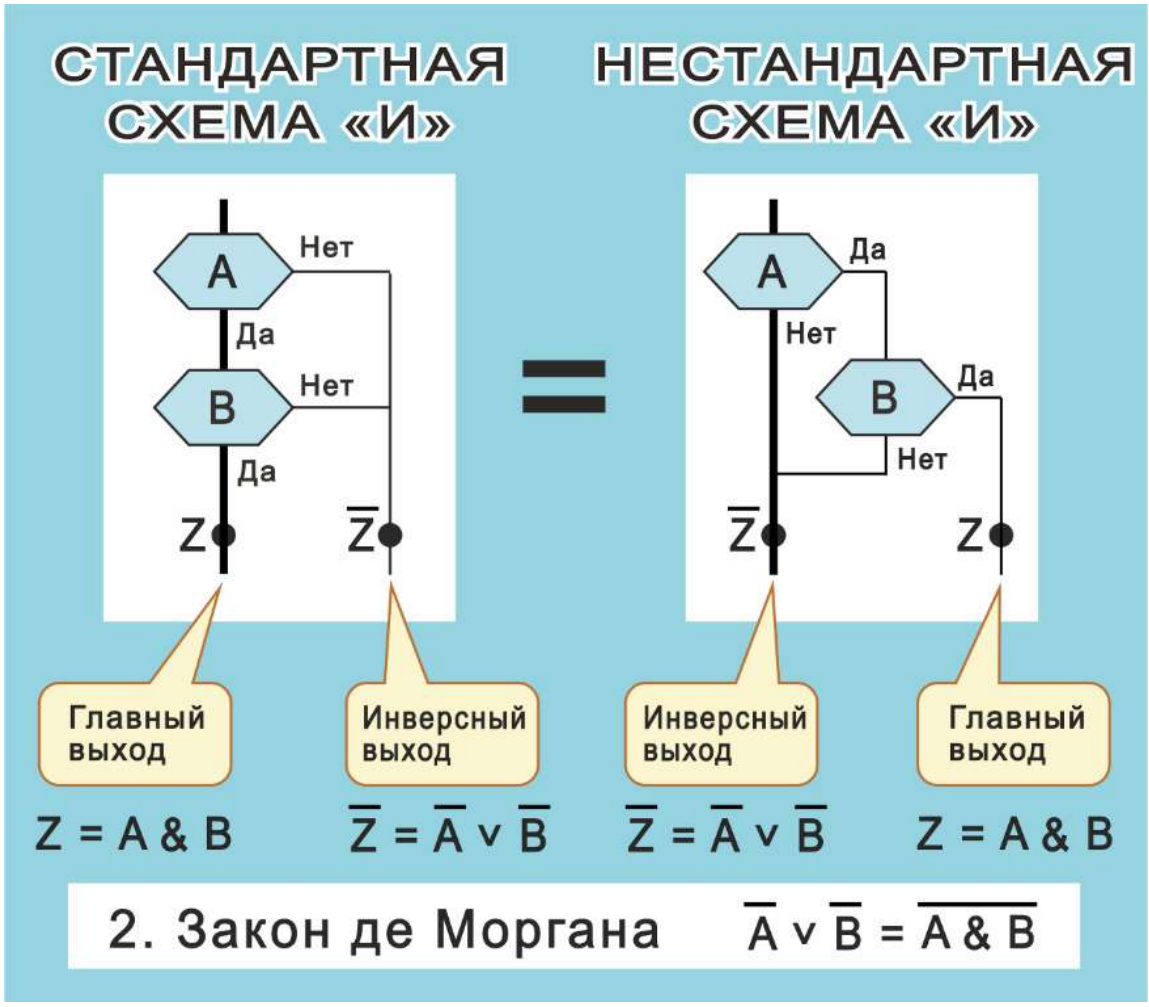


Рис. 171. Две схемы «И» в виде мачты (слева) и лестницы (справа) являются равносильными. Они соединены знаком равенства. Связь между главным и инверсным выходами выражает второй закон де Моргана.

Поясним. Главный выход стандартной схемы «И» на рис. 171 описывается формулой (4).

$$Z = A \,\&\, B \qquad (4)$$

Применив операцию отрицания к обеим частям равенства (4), получим формулу (5).

$$\bar{Z} = \overline{A \,\&\, B} \qquad (5)$$

Инверсный выход стандартной схемы «И» на рис. 171 описывается формулой (6).

$$\bar{Z} = \bar{A} \vee \bar{B} \qquad (6)$$

Из формул (5) и (6) вытекает второй закон де Моргана:

$$\bar{A} \vee \bar{B} = \overline{A \,\&\, B}$$

СХЕМА «НЕ» (ЛОГИЧЕСКОЕ ОТРИЦАНИЕ)

Логическая схема «НЕ» (логическое отрицание) показана на рис. 172. Уберем отрицание в правой иконе Вопрос — вместо слова «нестабильная» напишем «стабильная». Одновременно переставим слова «Да» и «Нет». Эти два изменения компенсируют друг друга. В итоге образуется точно такой же (равносильный) алгоритм. Он изображен на рис. 172 слева.

Два одинаковых алгоритма, в левой и правой рамке, соединены знаком равенства.

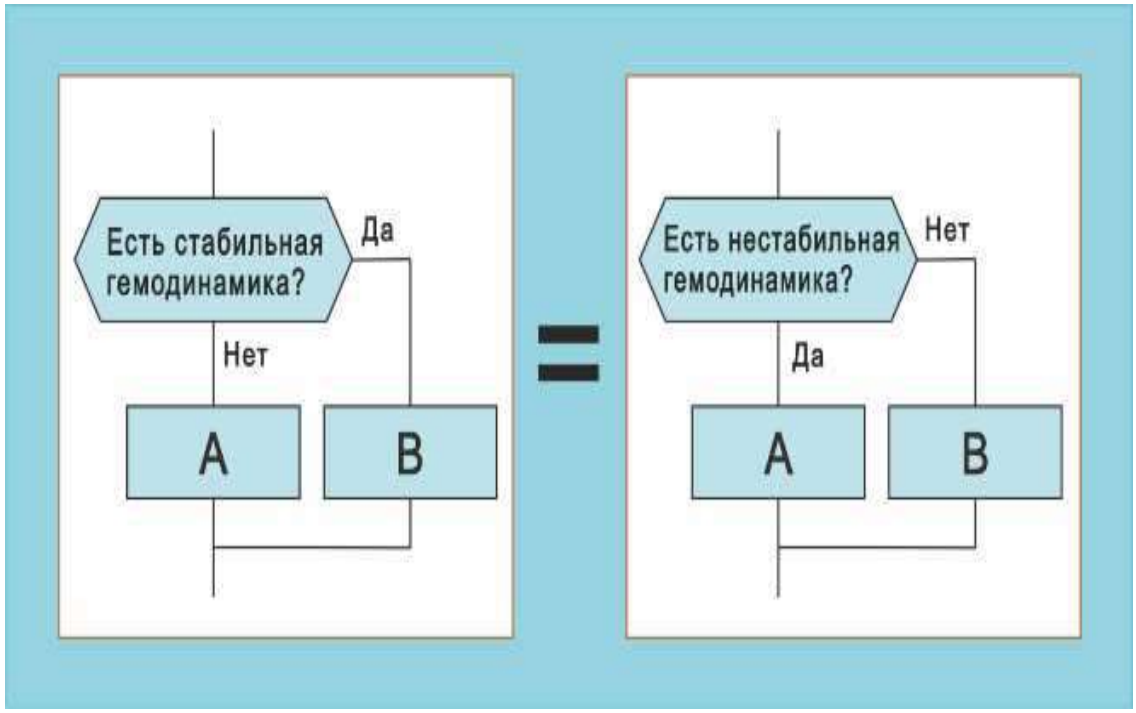


Рис. 172. Пример операции «НЕ» (логическое отрицание). Если в правой развилке удалить отрицательную частицу «не» и поменять местами ответы «Да» и «Нет», получим равносильный алгоритм, нарисованный в левой рамке.

РОКИРОВКА

На рисунках 124–158 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.

Интересно, что забракованный алгоритм в каждой паре можно превратить в хороший, используя операцию *рокировка.* Визуальная формула рокировки показана на рис. 173.

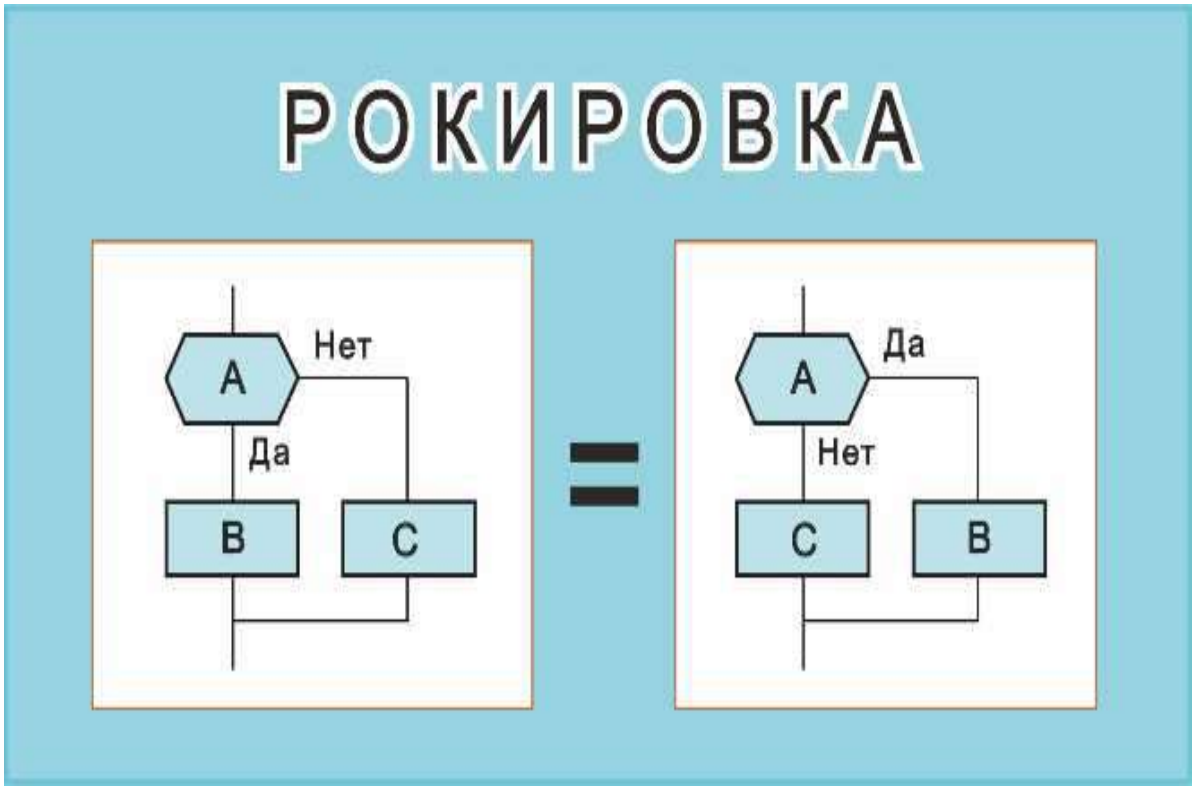


Рис. 173. Рокировка преобразует правую развилку в левую (и наоборот). При этом:

- Графика остается неизменной.
- Меняются местами надписи в иконах Действие.
- Слова «Да» и «Нет» также изменяют свои места.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЛОЖНОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

Рассмотрим функцию

$$Z = (A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C) \vee (D \,\&\, E \,\&\, \overline{F}) \qquad (7)$$

На рис. 174 показан визуальный способ записи этой функции. Рисунок делится на две зоны. В верхней зоне размещена формула (7), в нижней — показан дракон-алгоритм, реализующий данную логическую функцию с помощью невидимой математики.

На рисунке видно, что формула (7) разбивается на три части:

- $A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C$ — это первая функция «И»;
- $D \,\&\, E \,\&\, \overline{F}$ — это вторая функция «И»;
- операция «ИЛИ», соединяющая две функции.

Указанные три части подробно разрисованы в нижней зоне.

Функция $A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C$ изображена в верхнем белом квадрате в виде трех икон A, B, C, расположенных на шампуре. Это первая функция «И», связывающая три переменные.

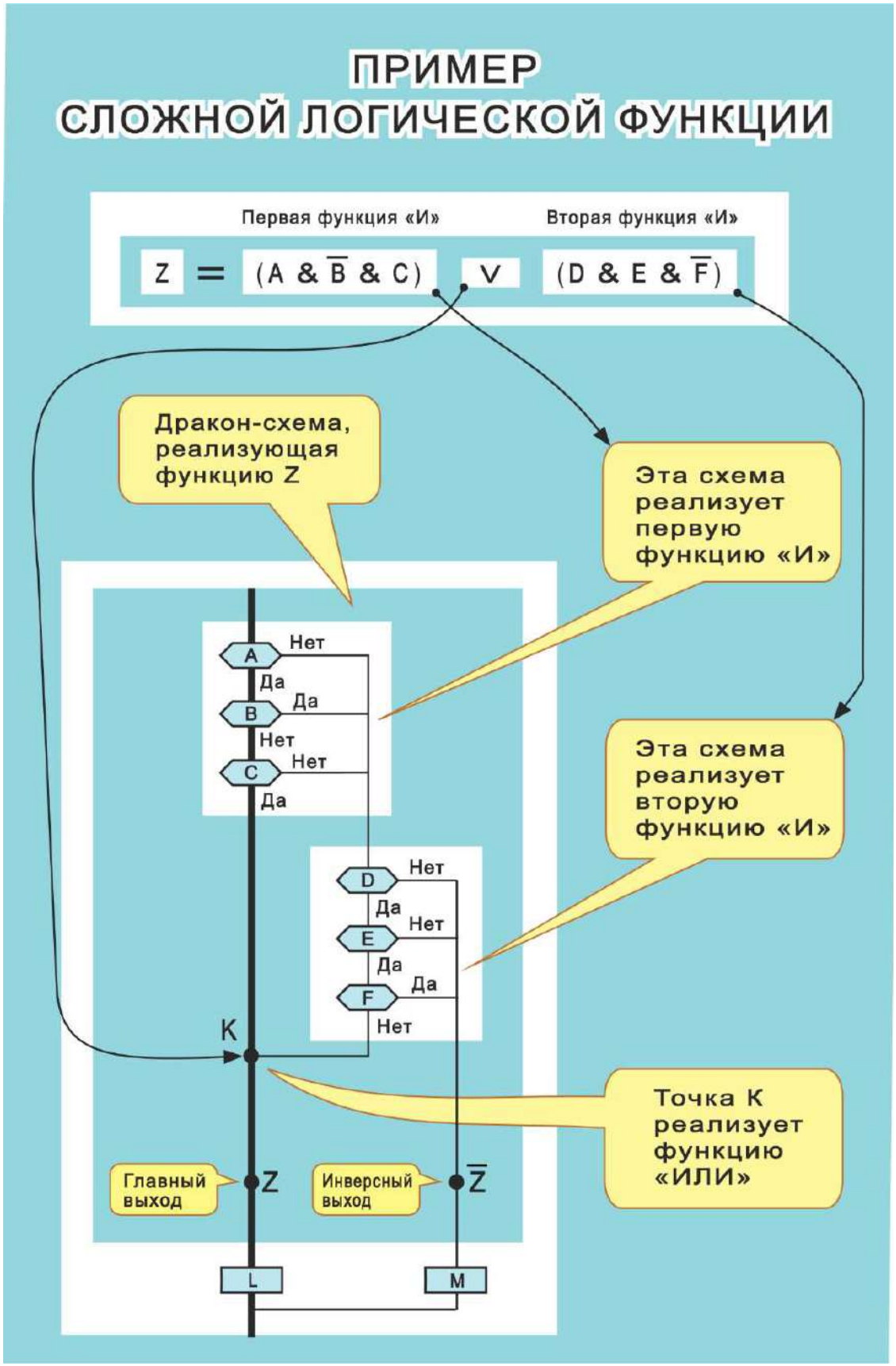


Рис. 174. Как нарисовать дракон-алгоритм для сложной логической функции методом невидимой математики

В формуле $A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C$ два члена записаны без логического отрицания, третий — с отрицанием. Члены без отрицания превращаются на чертеже в иконы A и C, у которых нижний выход помечен словом «Да». Член с отрицанием изображается по-другому — у иконы B нижний выход помечен словом «Нет» (рис. 174).

В нижнем белом квадрате показана вторая функция «И», связывающая три переменные $D \,\&\, E \,\&\, \overline{F}$. Она изображена в виде трех икон D, E, F, нанизанных на одну вертикаль. Здесь тоже имеется особенность — в формулу входит инверсия переменной $\overline{F}$. Это обстоятельство, разумеется, должно быть отражено на графике. Поэтому выходы иконы F, подчиняясь правилу инверсии, поменялись местами.

Мы подошли к самому интересному месту. Две функции «И» ($A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C$ и $D \,\&\, E \,\&\, \overline{F}$) должны быть соединены между собой с помощью операции «ИЛИ».

Возникает вопрос: как изобразить функцию «ИЛИ» на дракон-схеме? Оказывается, это можно сделать с помощью самой обычной точки. Найдите точку K на рис. 174 — это и есть операция «ИЛИ».

Точка K должна соединить два результата, две функции «И». Где находится результат вычисления первой функции «И»? Он показан в верхнем белом квадрате в нижней точке шампура. А где результат второй функции «И»? В нижнем белом квадрате в нижней точке вертикали. Эти-то два пункта и нужно связать между собой с помощью точки K. Как это сделать? Очень просто — с помощью линий, соединяющих нижние выходы икон C и F и замыкающих их в точке K. Это значит, что точка K реализует функцию «ИЛИ».

Точка K играет еще одну роль — она является главным выходом логического фрагмента, который реализует функцию $Z = (A \,\&\, \overline{B} \,\&\, C) \vee (D \,\&\, E \,\&\, \overline{F})$. Справа от нее показан инверсный выход $\overline{Z}$. Можно считать, что два черных кружка K и Z — это одна и та же точка. Они разнесены всего лишь для наглядности — чтобы обеспечить удобное размещение на чертеже текстовых пояснений.

В самом низу показаны две иконы Действие: L и M. Они призваны подчеркнуть тот факт, что бегунок, проходящий по двум разным маршрутам (через главный и инверсный выходы) может выполнять разные действия.

Невидимая математика означает, что логические операции ∨ («ИЛИ»), & («И»), верхняя черта («НЕ») и их комбинации становятся «невидимыми» для врача и реализуются в клинических алгоритмах с помощью интуитивно понятной графики, что значительно облегчает работу медицинского персонала

ПОЯСНЕНИЕ

Чтобы создавать клинические алгоритмы высокой точности, нужна математизация клинической медицины. Однако математизация не должна вызывать трудности у врачей; наоборот, она должна облегчать труд клиницистов. Поэтому в данной книге мы ввели запрет на использование

математических обозначений и формул. Мы использовали метод эргономичной, или невидимой математики (эргоматематики) [114, pp. 405-446]. Невидимая математика — междисциплинарный метод, объединяющий когнитивную эргономику и математику. Другое название — метод визуальной логики (эргономичной визуальной алгебры логики) [51] [19].

ВЫВОДЫ

1. Метод невидимой математики реализуется с помощью медицинского языка ДРАКОН.
2. Данный метод работает непосредственно с медицинскими текстами и не требует преобразования их в абстрактную буквенную форму.
3. Невидимая математика позволяет полностью отказаться от логических математических формул и любых знаков логических операций.
4. Знак ∨ обозначает логическую операцию «ИЛИ».
5. Знак & (амперсанд) обозначает логическую операцию «И».
6. Верхняя черта над буквой обозначает логическую операцию «НЕ».
7. Логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» выполняются в полном объеме, но любые знаки этих операций становятся ненужными и исчезают.
8. Невидимая математика позволяет доказать логические законы де Моргана.
9. Стандартная и нестандартная схемы «ИЛИ» имеют два выхода: главный и инверсный. То же самое для схемы «И».
10. Главный выход схемы «ИЛИ» является логическим отрицанием инверсного выхода и наоборот. То же самое для схемы «И».
11. Невидимая математика при записи сложных логических функций позволяет избавиться от логических знаков, улучшить понимание и сократить количество ошибок.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 21

1. Что такое инверсный выход логической схемы?
2. Как называются два выхода стандартной схемы «ИЛИ»?
3. Как называются два выхода нестандартной схемы «ИЛИ»?
4. Как называются два выхода стандартной схемы «И»?
5. Как называются два выхода нестандартной схемы «И»?
6. Логическое отрицание главного выхода логической схемы «ИЛИ» — это *(закончите фразу).*
7. Логическое отрицание инверсного выхода логической схемы «ИЛИ» — это *(закончите фразу).*
8. Логическое отрицание главного выхода логической схемы «И» — это *(закончите фразу).*
9. Логическое отрицание инверсного выхода логической схемы «И» — это *(закончите фразу).*
10. Позволяет ли язык ДРАКОН полностью отказаться от логических математических формул и любых знаков логических операций?
11. Что такое невидимая математика?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 21

1. Невидимая математика позволяет полностью удалить:

- Некоторые знаки логических операций алгебры логики.
- Любые знаки логических операций алгебры логики.
- Ненулевые знаки логических операций алгебры логики.
- Пропущенные знаки логических операций алгебры логики.

2. При использовании невидимой математики:

- Логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» выполняются в полном объеме, но любые знаки этих операций становятся ненужными и исчезают.
- Логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» не выполняются.
- Логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» не выполняются, но знаки этих операций по-прежнему проставляются.

3. Главный выход стандартной схемы «И» на рис. 171 описывается формулой:

- $A \,\&\, B$
- $\bar{A} \vee \bar{B}$
- $\overline{A \,\&\, B}$
- $A \vee B$

4. Инверсный выход стандартной схемы «И» на рис. 171 описывается формулой:

- $A \,\&\, B$
- $\bar{A} \vee \bar{B}$
- $\overline{A \,\&\, B}$
- $A \vee B$

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 21

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 174. Дополните его недостающими элементами. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Часть VII
АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ

Глава 22
МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ КЛИНИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ

Говорят, что два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма (рис. 175, 176).

Рис. 175. Икона Вставка

Рис. 176. Икона Заголовок

Совпадение названий должно быть точным: слово-в-слово, буква-в-букву. Малейшее несовпадение разрушает формальную связь.

В базе данных клинических алгоритмов DrakonHub действует правило: если щелкнуть мышью по иконе Вставка в первом алгоритме, мы немедленно перейдем (провалимся) в икону Заголовок второго алгоритма.

Пример. Если щелкнуть по иконе Вставка «Протективная искусственная вентиляция легких» в алгоритме «Низкочастотная оксигенация пациента» (рис. 96а) мы сразу перейдем (провалимся) в икону Заголовок «Протективная искусственная вентиляция легких» (рис. 99а).

Для наглядности покажем здесь эти иконы (рис. 177, 178).

Рис. 177. Икона Вставка

Рис. 178. Икона Заголовок

Для иконы Вставка на чертеже обычно мало места, приходится экономить. Допускается размещать название Вставки столбиком (рис. 167).

Рис. 179. Икона Вставка.
Название алгоритма можно писать столбиком

МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Медицинская алгоритмическая система есть совокупность клинических алгоритмов, имеющих формальную логическую связь.

Понятие «алгоритмическая система» вводится для того, чтобы облегчить и сделать удобным проектирование больших и сложных алгоритмических комплексов. Выигрыш состоит в том, что большой алгоритм разбивается на части и проектируется не целиком (что трудно), а по частям (что гораздо легче). При этом части надежно сцеплены друг с другом с помощью формальной логической связи.

ГРАФИЧЕСКОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ

Формальная логическая связь между алгоритмами должна иметь точное графическое обозначение. В языке ДРАКОН таким графическим обозначением служит пара икон Вставка+Заголовок.

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 или Заголовка говорить о наличии связи бессмысленно и недопустимо. Пара Вставка+Заголовок играет роль клея, скрепляющего алгоритмы между собой. Нет клея — нет и связи. Нет связи — нет и алгоритмической системы.

КОМПЛЕКСНЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

В главе 15 мы показали, что группа алгоритмов «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19» можно разбить на восемь функциональных алгоритмов (рис. 96–103) и один комплексный (рис. 104).

Комплексный клинический алгоритм — новое понятие. Он может появиться только в том случае, если разработанная совокупность клинических алгоритмов имеет формальную логическую связь и образует алгоритмическую систему.

Комплексный алгоритм — это надстройка над алгоритмической системой, позволяющая врачам-разработчикам глубже понять систему и (что очень важно) выявить ошибки и устранить их.

УТОЧНЕНИЕ

Первый опыт построения алгоритмической системы мы продемонстрировали в главе 14 при описании двух алгоритмов:

- Реанимационные действия при наличии у новорожденного кистозной гигромы (рис. 86).
- Использование пульсоксиметра (рис. 87).

В первом алгоритме предусмотрена Вставка «Использование пульсоксиметра». Мы видим, что название Вставки и Заголовок второго алгоритма совпадают. Совпадение не случайно — оно означает, что Вставка однозначно указывает на второй алгоритм. В результате образуется формальная связь между алгоритмами, и они превращаются в алгоритмическую систему. Однако подобные примеры слишком просты и малоинтересны.

Гораздо интереснее сложные случаи, такие как в главе 15 (рис. 95–104б).

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ

Сам факт создания комплексного клинического алгоритма является средством выявления ошибок. Комплексный алгоритм позволяет взглянуть на проблему под другим углом зрения и сосредоточить внимание на взаимодействии функциональных алгоритмов.

Здесь важна последовательность работ.

Прежде всего необходимо разработать чертежи функциональных алгоритмов. Затем провести проверку отсутствия ошибок методом сравнения чертежей алгоритмов с текстовыми описаниями. И только после этого следует приступать к разработке чертежа комплексного алгоритма.

Проверка отсутствия ошибок заключается в том, что комплексный алгоритм сравнивают с функциональными. Если будет выявлено противоречие, значит, обнаружена ошибка и ее надо устранить.

СЦЕПКА И ЛОГИЧЕСКОЕ УСЛОВИЕ СЦЕПКИ

Сцепка — это пара икон Вставка+Заголовок, имеющих одно и то же название.

Логическое условие сцепки — это условие, записанное в иконах Вопрос, выполнение которого приводит к запуску алгоритма Вставки.

Пример. На рис. 180 имеются две иконы Вставка:

- «Низкопоточная оксигенация пациента».
- «Протективная искусственная вентиляция легких».

Для каждой Вставки имеется свое логическое условие сцепки. Оба условия сложные. Первое условие записано в четырех иконах Вопрос на шампуре по схеме «И»:

- Дыхание есть? Да.
- Сознание есть? Да.
- Есть ажитация или энцефалопатия? Нет.
- У пациента есть ХОБЛ или ХСН? Нет.

Если все условия выполняются, запускается алгоритм «Низкопоточная оксигенация пациента».

Второе условие записано в трех иконах Вопрос по схеме «ИЛИ»:

- Дыхание есть? Нет.
- Сознание есть? Нет.
- Есть ажитация или энцефалопатия? Да.

Если хотя бы одно из условий выполняется, запускается алгоритм «Протективная искусственная вентиляция легких» (рис. 180).

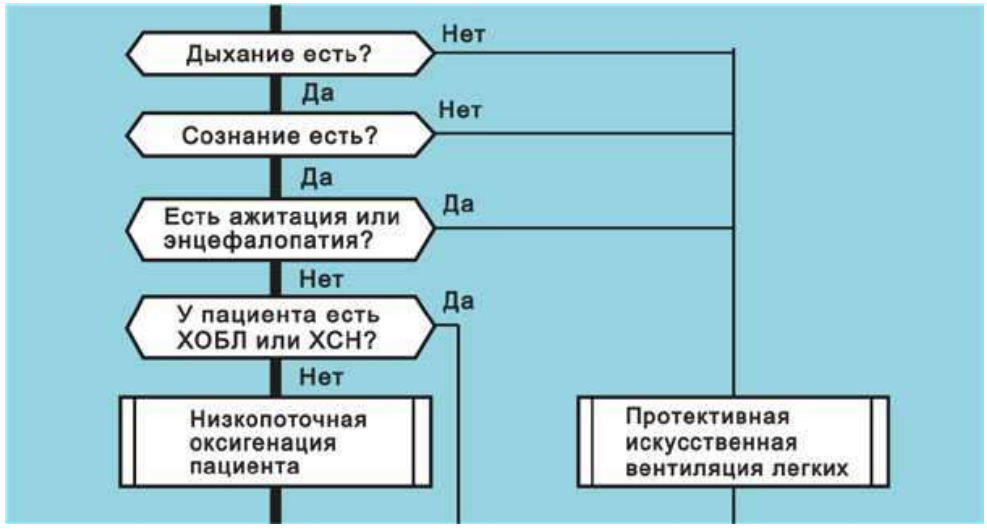


Рис. 180. Логическое условие сцепки

КАКУЮ ВЫГОДУ ДАЕТ КОМПЛЕКСНЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

Рассмотрим рис. 181, 182а и 182б (скопированные из главы 15). Нас интересует момент времени, когда 8 функциональных алгоритмов респираторной терапии (рис. 96–103) уже разработаны и пригодны для анализа.

Большой интерес представляет вопрос: каким образом функциональные алгоритмы связаны между собой? Как они взаимодействуют? Разумеется, функциональные алгоритмы сами дают ответ на этот вопрос, но ответ ненаглядный, неубедительный и, возможно, содержащий ошибки.

Чтобы поправить дело и выявить затаившиеся ошибки, необходимо разработать комплексный клинический алгоритм. Комплексный алгоритм отвлекается от содержания функциональных алгоритмов и концентрирует внимание на связях между ними, на **логических условиях сцепки.**

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ И ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ ОТВЕТ

В каком порядке выполняются друг за другом функциональные алгоритмы? Предварительный и, возможно, неверный ответ дан на рис. 181. Рисунок опирается на предположение, что алгоритмы следуют друг за другом безусловно, по принципу: «как только кончился один алгоритм, сразу начинается следующий. Это значит, что логические условия сцепки полностью отсутствуют. На самом деле, это, конечно, не так.

А как правильно? Необходимо тщательно изучить функциональные алгоритмы и извлечь из них все иконы Вставка и все логические условия сцепки. Получив эти знания, следует построить комплексный клинический алгоритм, как показано на рис. 182а и 182б.

Алгоритм состоит из четырех веток:

- Начало респираторной терапии.
- Продолжение респираторной терапии.
- Прекращение респираторной терапии.
- Завершение.

Наиболее насыщенной является первая ветка, показанная на рис. 182а. Первая ветка описывает логические условия сцепки трех алгоритмов, указанных в иконах Вставка:

- Низкочастотная оксигенация пациента.
- Неинвазивная высокопоточная оксигенация пациента.
- Аппаратная неинвазивная вентиляция легких.

Вторая ветка «Продолжение респираторной терапии» демонстрирует четыре алгоритма (рис. 182б):

- Протективная искусственная вентиляция легких.
- Улучшение оксигенации пациента.
- Оценка рекрутабельности альвеол и подбор PEEP.
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация.

Логические условия сцепки для них указаны не только во второй, но и в первой ветке.

Третья ветка показывает только один алгоритм (рис. 182б):

- Прекращение респираторной терапии.

В этом случае логическим условием сцепки служит икона Вопрос «Респираторная терапия эффективна? Да», находящаяся на шампуре второй ветки (рис. 182б).

Таким образом, комплексный алгоритм на рис. 182 не раскрывает внутренние подробности (начинку) функциональных алгоритмов. У него другая задача: показать *логические условия сцепки*, при которых начинают работу функциональные алгоритмы.

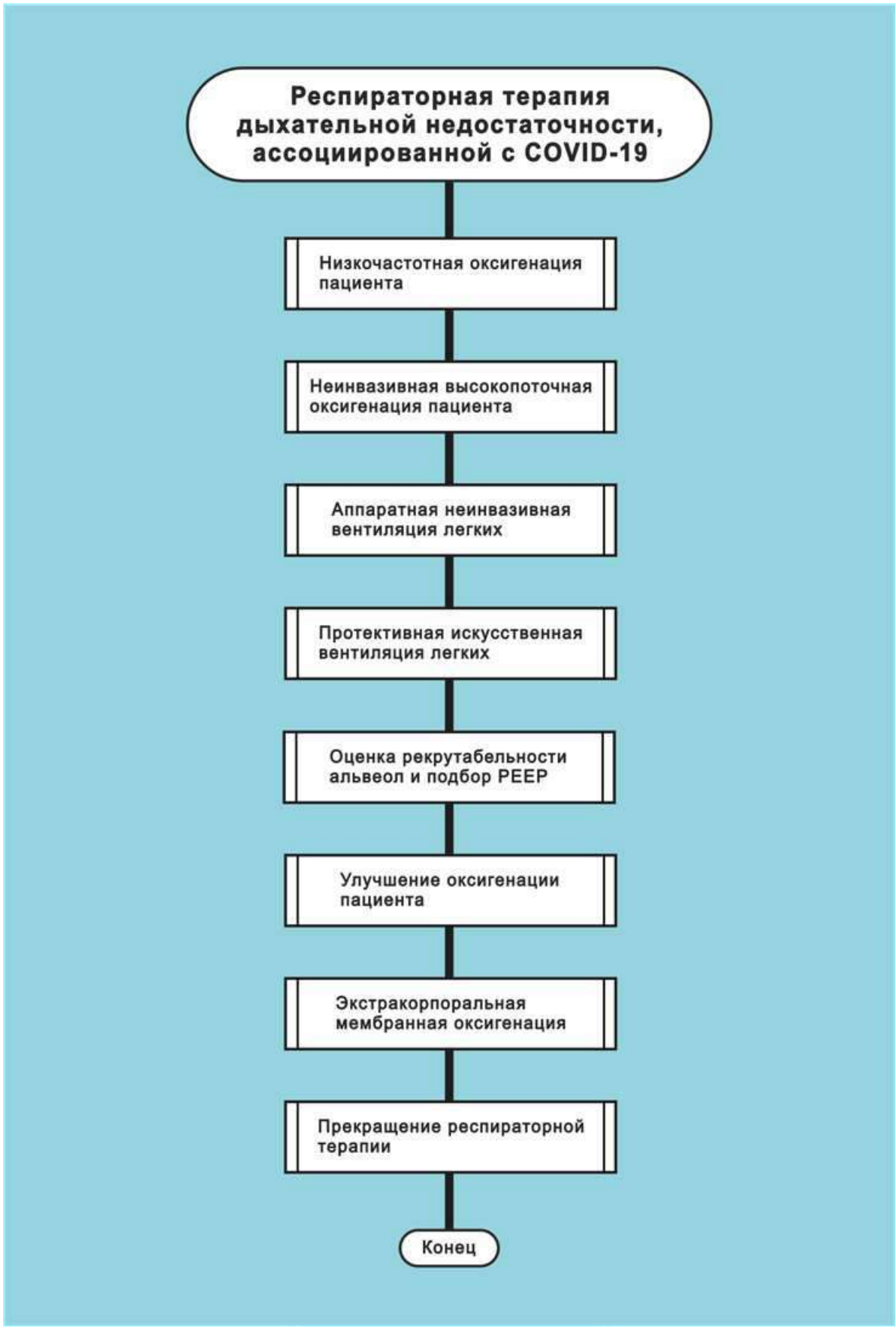


Рис. 181. Упрощенный алгоритм респираторной терапии

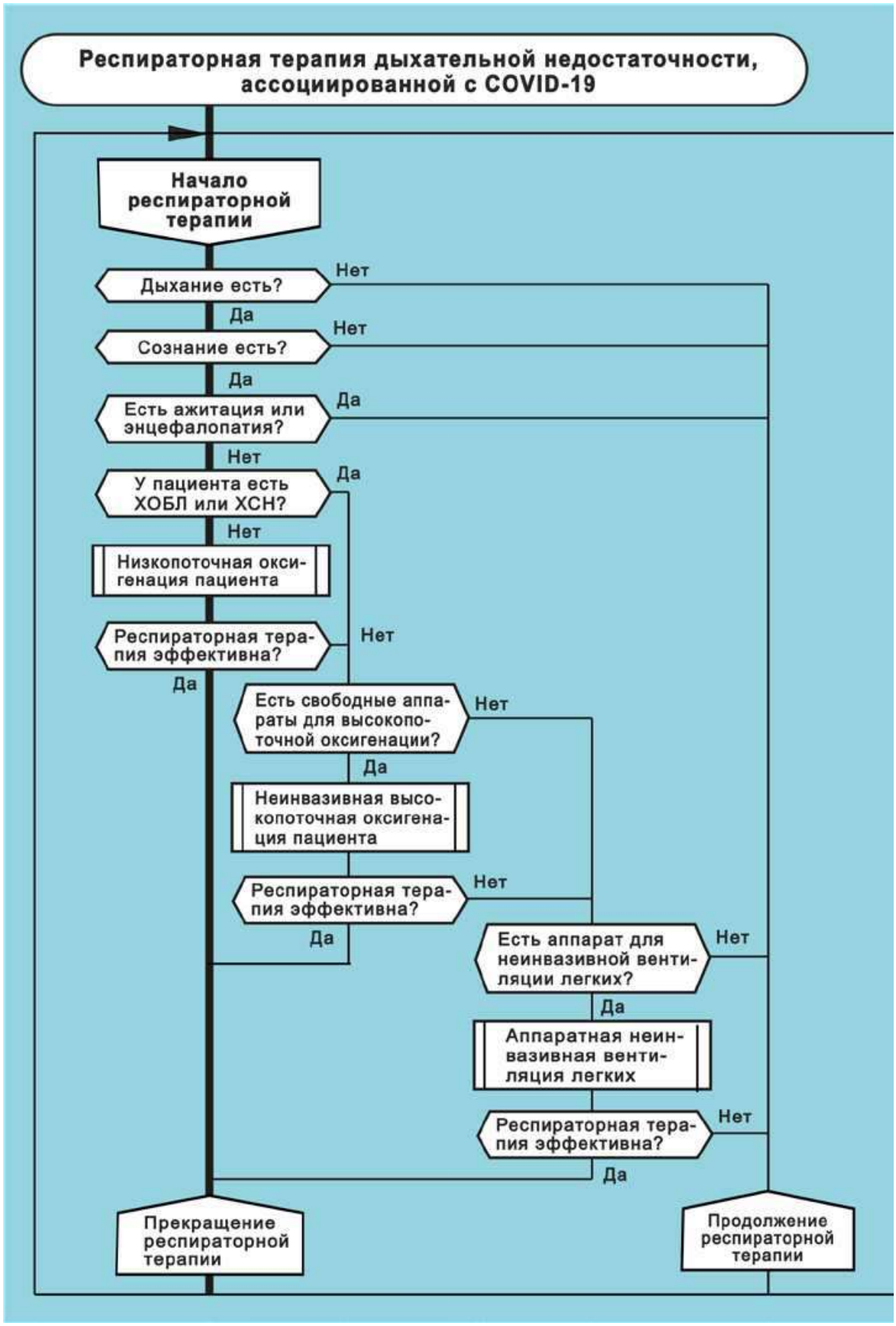


Рис. 182*а*. Комплексный алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19»

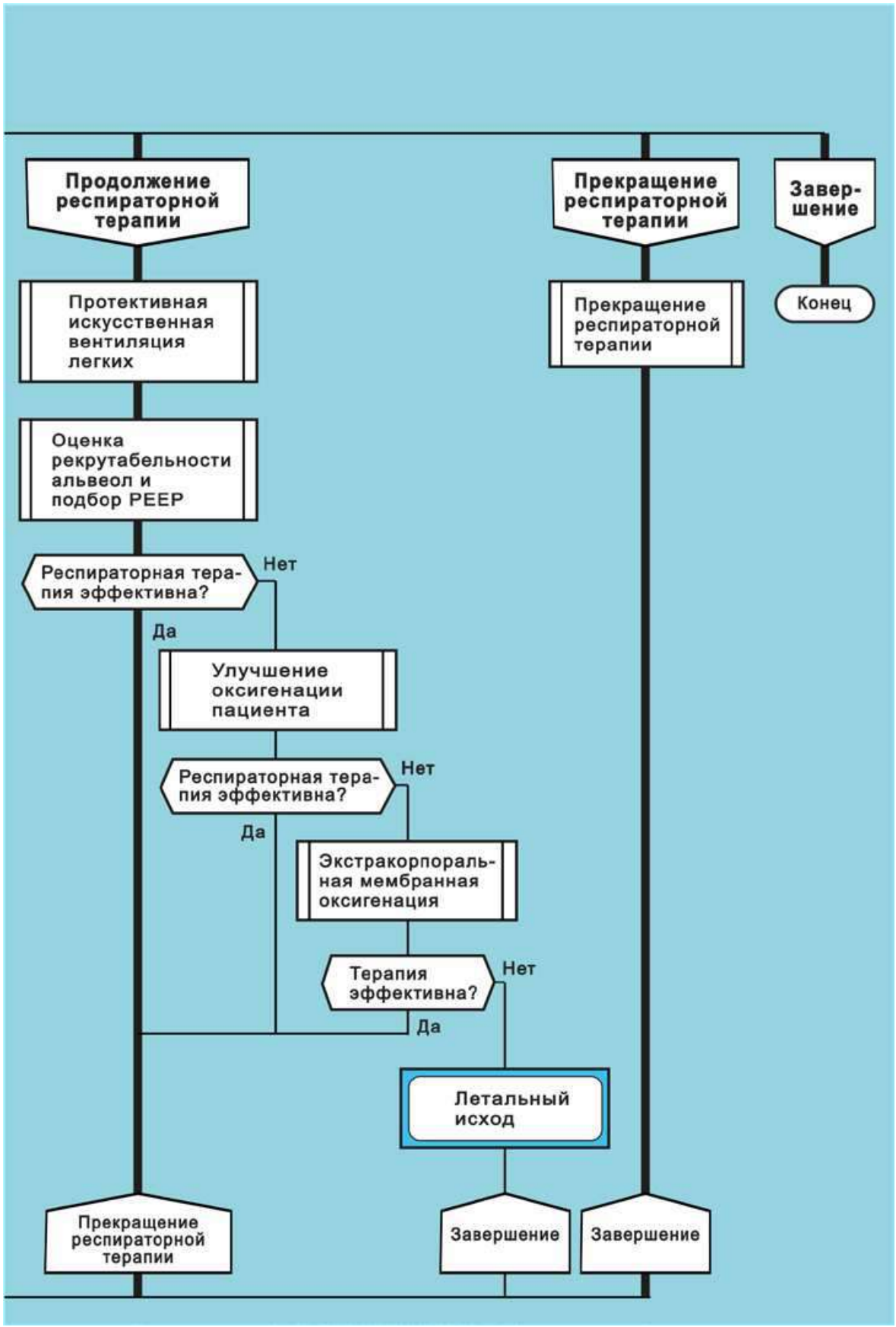


Рис. 182*б*. Алгоритм «Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19» *(окончание)*

ПОЛНАЯ И НЕПОЛНАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Медицинская алгоритмическая система называется *полной*, если все иконы Вставка, входящие в систему, являются сцепленными с иконами Заголовок.

Медицинская алгоритмическая система называется *неполной*, если в системе имеется хотя бы одна икона Вставка, ни с чем не сцепленная. Такая икона Вставка называется *холостой.*

Наличие холостой иконы Вставка указывает на ошибку. Ошибка в том, что в системе отсутствует алгоритм, название которого записано в иконе Вставка.

ПРОВЕРКА ОТСУТСТВИЯ ОШИБОК С ПОМОЩЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ХОЛОСТЫХ ВСТАВОК

Проверка медицинской алгоритмической системы на полноту делается так:

- выявить все холостые иконы Вставка в данной системе;
- для каждой холостой Вставки разработать алгоритм, название которого записано в иконе Вставка.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ СОВОКУПНОСТИ АЛГОРИТМОВ

Некоторые врачи-разработчики создают совокупность клинических алгоритмов по выбранной теме (например, по кардиологии или эндокринологии), состоящую из изолированных алгоритмов. Это типичная ошибка, так как работа выполнена не полностью. Многих алгоритмов еще не хватает.

Надо продолжить разработку алгоритмов и превратить созданную совокупность в медицинскую алгоритмическую систему с помощью формальных логических связей (сцепок).

Но и это не все. Следует выявить холостые иконы Вставка и для каждой Вставки разработать недостающий алгоритм.

Проблема отсутствующих клинических алгоритмов является очень важной. Описанный порядок разработки позволяет выявить отсутствующие алгоритмы и разработать их.

ВЫВОДЫ

1. Следует различать одиночные алгоритмы и алгоритмические системы.
2. Одиночные алгоритмы полностью изолированы друг от друга; между ними нет связей.

3. Два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка одного алгоритма, совпадает с названием в иконе Заголовок другого алгоритма.
4. Графическим обозначением формальной логической связи между алгоритмами служит пара икон Вставка+Заголовок.
5. При отсутствии Вставки говорить о наличии связи между алгоритмами бессмысленно и недопустимо.
6. Сцепка — это пара икон Вставка+Заголовок.
7. Логическое условие сцепки — это условие, записанное в иконах Вопрос, выполнение которого приводит к запуску алгоритма Вставки.
8. Следует различать функциональный и комплексный алгоритмы.
9. Комплексный алгоритм показывает логические условия сцепки, при которых начинают работу функциональные алгоритмы.
10. Комплексный алгоритм не раскрывает внутренние подробности функциональных алгоритмов.
11. Медицинская алгоритмическая система есть совокупность клинических алгоритмов, имеющих формальную логическую связь.
12. Понятие «медицинская алгоритмическая система» вводится для того, чтобы облегчить и сделать удобным проектирование больших и сложных алгоритмических комплексов.
13. Выигрыш состоит в следующем:
    - большой алгоритм разбивается на части и проектируется не целиком, а по частям;
    - выявляются отсутствующие алгоритмы и производится их разработка.
14. Проверка медицинской алгоритмической системы на полноту позволяет найти отсутствующие клинические алгоритмы и разработать их.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 22

1. Зачем вводится понятие «алгоритмическая система»?
2. В чем выигрыш от понятия «алгоритмическая система»?
3. Какое графическое обозначение имеет формальная логическая связь между алгоритмами?
4. Что такое комплексный клинический алгоритм?
5. В каком случае может появиться комплексный клинический алгоритм?
6. Что такое сцепка?
7. Что такое логическое условие сцепки? Приведите примеры.
8. Имеются ли логические условия сцепки на рис. 181?
9. В каком случае медицинская алгоритмическая система является полной?
10. В каком случае медицинская алгоритмическая система является неполной?
11. В каком случае икона Вставка является холостой?
12. Как проверить медицинскую алгоритмическую систему на полноту?
13. Как исправить ошибки в медицинской алгоритмической системе?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 22

1. Два клинических алгоритма имеют формальную логическую связь, если название, записанное в иконе Вставка одного алгоритма, совпадает с названием:

- в иконе Пауза другого алгоритма.
- в иконе Заголовок другого алгоритма.
- в иконе Имя ветки другого алгоритма.
- в иконе Выбор другого алгоритма.

2. Выберите правильный ответ:

- Сцепка — это пара икон Имя ветки+Заголовок, имеющих одно и то же название.
- Сцепка — это пара икон Пауза+Действие, имеющих одно и то же название.
- Сцепка — это пара икон Вставка+Заголовок, имеющих одно и то же название.
- Сцепка — это пара икон Вставка+Вариант, имеющих одно и то же название.

3. Выберите правильный ответ:

- Икона Выбор является холостой, если она ни с чем не сцеплена.
- Икона Вариант является холостой, если она ни с чем не сцеплена.
- Икона Вставка является холостой, если она ни с чем не сцеплена.
- Икона Адрес является холостой, если она ни с чем не сцеплена.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 22

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм на основе рис. 182. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 23
КАКАЯ ПОЛЬЗА ОТ ЯЗЫКА ДРАКОН ДЛЯ ВРАЧЕЙ

КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ НА ПРАКТИКЕ ЯЗЫК ДРАКОН

Можно указать ряд областей применения языка ДРАКОН в медицине:

- альбомы-справочники клинических алгоритмов;
- базы данных клинических алгоритмов;
- электронная энциклопедия клинических алгоритмов;
- медицинские учебники;
- медицинская литература.

АЛЬБОМЫ-СПРАВОЧНИКИ

В качестве аналогов, образцов и предшественников можно назвать книги-справочники, содержащие графические изображения алгоритмов. Примерами являются:

- «Ваш семейный доктор. Домашний советчик» [115, 116].
- «When Your Child is Ill: A Home Guide for Parents» [117].
- «Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии» [118].
- «Неотложная педиатрия. Алгоритмы диагностики и лечения» [11] и др.

К сожалению, эти книги имеют серьезные недочеты. Они используют неунифицированные графические обозначения, не обеспечивают высокую точность алгоритмов, непригодны для полного контроля всех маршрутов. Их можно охарактеризовать как алгоритмические справочники первой волны.

Язык ДРАКОН позволяет создать справочники нового поколения, содержащие стандартные и качественные комплекты профессиональных клинических 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, пульмонология, гастроэнтерология, неврология, фтизиатрия и т. д.

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ 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 клинические 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 клинических алгоритмов на русском языке. 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 клинических 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, постоянной величиной, которая сохраняется неизменной при переводе алгоритма с одного языка на другой.

Наличие постоянной величины (незыблемого оплота) существенно облегчает трансграничный обмен клиническими 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 «ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ»

Выигрывает тот, кто умеет предвидеть будущее. Вдвойне выигрывает тот, кто способен это будущее создавать.

Попытаемся наметить контуры Проекта под названием «Глобальный клинический алгоритм». Врачи всего мира, работающие на всех континентах, несомненно, желают иметь мгновенный доступ к международной базе клинических алгоритмов. Сегодня такая база не существует, ее необходимо разработать и реализовать. В этом суть предлагаемого Проекта.

Включенные в базу клинические алгоритмы должны удовлетворять строгим требованиям:

- соответствовать последним достижениям мировой медицинской науки;
- соответствовать требованию высокой точности;
- быть сертифицированными;
- быть представленными на родном язык врача.

Проект может опираться на уже достигнутые успехи и аналоги, такие как Википедия и Интернет.

Воодушевляющим примером успешной организации крупномасштабных работ является международный научно-исследовательский Проект «Геном человека» (The Human Genome Project).

ОТ ВИКИПЕДИИ К МедАлгопедии

В качестве одного из возможных вариантов Проекта можно предложить создание Глобальной электронной энциклопедии клинических алгоритмов под условным названием «МедАлгопедия» (MedAlgopedia). Многие идеи Википедии могут оказаться полезными для Проекта. Наиболее простой и самый дешевый путь состоит в том, чтобы построить МедАлгопедию по образцу Википедии и, возможно, на основе ее движка MediaWiki [119].

Подобно бесплатной Википедии МедАлгопедия может:

- состоять из национальных разделов (русского, английского, немецкого и т. д.),
- создаваться добровольными участниками под контролем добровольцев-администраторов и сертификаторов, не получающих оплату за свой труд.

Как и Википедия, МедАлгопедия 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 [120]. Основным элементом каждой статьи МедАлгопедии является графический медицинский алгоритм, представленный на языке ДРАКОН (DRAKON).

Пользователи МедАлгопедии делятся на три категории:

- читатели,
- редакторы,
- сертификаторы.

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 клинические алгоритмы и редактировать уже существующие, но не могут их сертифицировать.

Сертификаторы — 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» МедАлгопедии, а перевод статей из песочницы в основное пространство разрешить опытным участникам, скажем, их преподавателям.

Еще одно замечание. В русском разделе МедАлгопедии можно использовать такие же правила регистрации, как и на порталах «Врачи РФ» или «Мир Врача», где для подтверждения статуса врача требуется «приложить скан-копию диплома или сертификата» [121].

Реализация проекта «МедАлгопедия» откроет перед медициной новые возможности, опирающиеся на информационные технологии XXI века. Преимущество состоит в том, что любой врач мира, имеющий доступ к интернету, может практически мгновенно получить информацию о любых интересующих его клинических алгоритмах высокой точности.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ФОРМЫ КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

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-11 (Классификация Одиннадцатого пересмотра) [122].

Что касается формы клинических алгоритмов, то здесь наблюдается значительное отставание. Причина все та же — отсутствие общепринятой графической нотации для записи алгоритмов. Вследствие этого проблема клинических алгоритмов выбивается из общего ритма медицинской стандартизации. Отсутствие удобной графической символики наносит вред делу, тормозит прогресс и делает существующие решения неудовлетворительными.

Медицинский язык ДРАКОН предлагается как средство, способное обеспечить эффективную стандартизацию клинических алгоритмов.

ПРОБЛЕМА ОШИБОК В МЕДИЦИНСКИХ УЧЕБНИКАХ

Профессор Георгий Ратнер отмечает: «Всю профессиональную деятельность врача постоянно сопровождают ошибки диагностического, тактического и лечебного плана» [123].

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).

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 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».

Достаточно ли этого? Вчера было достаточно. А сегодня уже нет, недостаточно.

Чтобы кардинально уменьшить число врачебных ошибок и обеспечить безопасность пациентов, необходимо предъявить к медицинским учебникам, руководствам, клиническим рекомендациям и протоколам более строгие требования. Необходима сертификация всех алгоритмов, представленных в учебниках и иных материалах и документах.

ПРОБЛЕМА СЕРТИФИКАЦИИ КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Это трудная, очень сложная проблема. Ее предстоит решать в ближайшее время. Кто должен осуществлять сертификацию алгоритмов?

Готового ответа нет. Учитывая международный опыт, думается, что производить сертификацию алгоритмов должны профессиональные сообщества. Список российских обществ (неполный) приведен ниже.

ПЕРЕЧЕНЬ РОССИЙСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОБЩЕСТВ

- Ассоциация ревматологов России (АРР) http://www.rheumatolog.ru/
- Ассоциация флебологов России (АФР) http://www.phlebo-union.ru/

- Всероссийское Научное Общество Аритмологов (ВНОА) http://www.vnoa.ru/
- Российское кардиологическое общество (РКО) http://www.scardio.ru/
- Российское общество акушеров-гинекологов (РОАГ) (Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова) https://roag-portal.ru/
- Российское общество скорой медицинской помощи (РОСМП) http://www.emergencyrus.ru/
- Общество специалистов по сердечной недостаточности (ОССН) 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 (РДО) http://www.nephro.ru/
- Российское медицинское общество по артериальной гипертонии (РМОАГ) http://www.gipertonik.ru/
- Российское научное медицинское общество терапевтов (РНМОТ) http://www.rnmot.ru/
- Российское Общество ангиологов и сосудистых хирургов (РОАИСХ) http://www.angiolsurgery.org/
- Российское общество психиатров (РОП) http://psychiatr.ru/
- Российское общество фтизиатров (РОФ) http://roftb.ru/
- Российское респираторное общество (РРО) https://spulmo.ru/
- Союз педиатров России http://www.pediatr-russia.ru/
- Федерация анестезиологов и реаниматологов (ФАР) https://faronline.ru/
- Российская ассоциация эндокринологов https://bit.ly/3zLY72s Эндокринологический научный центр (ЭНЦ) http://www.endocrincentr.ru/
- Российское общество симуляционного обучения в медицине (РОСОМЕД) https://rosomed.ru/
- Российское общество медицинских генетиков (РОМГ) http://romg.org/

КЛИНИЧЕСКИЕ 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» [124].

Приспосабливая формулировку к нашему случаю, можно предложить уточнение. *Сертификация клинического алгоритма* — документальное подтверждение соответствия алгоритма последним достижениям мировой медицинской науки, положениям международных стандартов о клинических алгоритмах и сводам когнитивно-эргономических правил языка ДРАКОН. Поскольку нужные нам международные стандарты пока еще отсутствуют, приходится делать вывод, что существующие клинические алгоритмы не соответствуют правилам языка ДРАКОН 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 клинических 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 клинического алгоритма. Или же указать на необходимость внесения уточнений и изменений.

Если через какое-то время, например, через год или полгода, появится новая информация о последних достижениях, то, по рекомендации сообщества, алгоритм должен быть исправлен.

После такой процедуры данный алгоритм (и тысячи других клинических 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 клинические алгоритмы (тысячи алгоритмов) превратятся в постоянно обновляемые врачебные стандарты

УПРОЩЕННЫЕ ВАРИАНТЫ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ

До сих пор мы вели речь о профессиональных клинических 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 А. Г. Куликов на совещании у ректора РМАПО академика РАН Л. К. Мошетовой предложил двухступенчатую схему:

- упрощенный алгоритм для учебных целей,
- профессиональный (полный) алгоритм для работы.

Член-корреспондент РАН Г. В. Порядин пошел еще дальше. По его мнению, на каждом курсе целесообразно давать студентам алгоритмы, отвечающие уровню их знаний и образующие цепочку постепенно нарастающей сложности.

ВЫВОДЫ

1. Предлагаются следующие области использования клинических дракон-алгоритмов:
   - альбомы-справочники;
   - базы данных;
   - электронная энциклопедия МедАлгопедия;
   - медицинские учебники и литература.
2. Актуальной задачей является стандартизация формы представления клинических алгоритмов.
3. Отсутствие удобной графической символики делает стандартизацию невозможной и наносит вред делу.
4. Язык ДРАКОН предлагается как удобное средство, имеющее оптимальную графическую нотацию и способное обеспечить эффективную стандартизацию клинических алгоритмов.
5. Язык ДРАКОН позволяет создать альбомы-справочники нового поколения, содержащие качественные комплекты профессиональных клинических алгоритмов.
6. Международная электронная энциклопедия клинических алгоритмов «МедАлгопедия» откроет перед медициной новые возможности, опирающиеся на информационные технологии XXI века.

7. Преимущество МедАлгопедии состоит в том, что любой врач мира, имеющий доступ к интернету, может мгновенно получить информацию о любых интересующих его клинических 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 клинических алгоритмов, публикуемых в учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах.
11. Материалы, представленные в книге, являются достаточными для начала работы по совершенствованию клинических алгоритмов и повышению их качества до уровня, пригодного для сертификации.
12. Наряду с профессиональными клиническими алгоритмами необходимо разработать упрощенные алгоритмы для учебных целей.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 23

1. Назовите ряд областей применения языка ДРАКОН в медицине.
2. Зачем нужны альбомы-справочники, содержащие профессиональные клинические алгоритмы на языке ДРАКОН?
3. Зависит ли графический каркас дракон-алгоритмов от национального языка?
4. Зачем нужна электронная база данных клинических алгоритмов?
5. Зачем нужен международный проект «Глобальный клинический алгоритм»?
6. В чем заключается проблема сертификации клинических алгоритмов?

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ С ЭТАЛОНАМИ ОТВЕТОВ К ГЛАВЕ 23

1. Сертификацию клинических алгоритмов должны проводить:
- Кандидаты и доктора медицинских наук.
- Профессиональные медицинские сообщества.
- Министерство здравоохранения РФ.
- Институт усовершенствования врачей.
- Авторы алгоритма.

2. Клинические алгоритмы в электронной базе данных должны удовлетворять:
- Распоряжениям администратора базы данных.

- Традициям, принятым в данном лечебном учреждении.
- Действующим клиническим рекомендациям (протоколам лечения).
- Распоряжениям главного врача.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 23

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Часть VIII
КАК ОБЕСПЕЧИТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ? ВАЖНАЯ РОЛЬ КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Глава 24
ОШИБКИ ВРАЧЕЙ. МОГУТ ЛИ АЛГОРИТМЫ СПАСТИ ПОЛОЖЕНИЕ

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 [2, p. 51].

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, произошла путаница и получилось наоборот [2, p. 51].

Бывает ли такое в России? Да, бывает. У нас есть свой, русский Вилли Кинг. Требовалось удалить разрушенное раком правое легкое. Вышло по-другому. Удалили здоровое, оставив пораженное опухолью. Вот такая пневмонэктомия [125].

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» [131, p. 19].

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» [3, p. 196].

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» [3, p. 198].

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

> «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» [3, p. 366].

«Ничто так не способствует врачебной спеси, как игнорирование или забвение собственных ошибок», – напоминает хирург Николай Петров [3, p. 198].

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» [3, p. 369].

«Врач должен иметь мужество сознаться в своих ошибках, не лгать, не изворачиваться», – настаивает невропатолог Хаим-Бер Ходос [3, p. 369].

ЗОЛОТОЙ ФОНД МЕДИЦИНЫ

Однако не все были столь мудрыми. Медицинские ошибки зачастую скрывались от общественности, отрицались и замалчивались [126]. Тысячи людей обращались к врачам в надежде на исцеление, но вместо помощи получали печальный исход.

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 крупицы медицинского опыта.

«Только через грустный опыт отстаивается золотой фонд медицины», – замечает кардиохирург Николай Амосов [3, p. 366]. Ему вторит американский врач Нойа Фабрикант: «Иные врачи двадцать лет кряду делают одни и те же ошибки и называют это клиническим опытом» [3, p. 369].

.

Проблема ошибок – одна из труднейших в медицине. Мы исходим из того, что эргономичные клинические алгоритмы высокой точности являются

важным стратегическим резервом при решении проблемы медицинских ошибок. Пренебрегать этим резервом неразумно и недопустимо.

ПИОНЕРСКИЙ ДОКЛАД: СКОЛЬКО ЛЮДЕЙ ПОГИБАЕТ В БОЛЬНИЦАХ США

Первый шаг к научному пониманию проблемы был сделан в Национальной академии медицины США, которая ранее (до 2015 г.) носила название *Институт медицины* (Institute of Medicine) [127]. 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) [2]. 300-страничный труд сразу же привлек к себе внимание.

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 [2, pp. 1, 26, 31]. Цифры озадачивают и настораживают. Они означают, что «в американских больницах каждые полгода погибает больше американцев, чем за всю Вьетнамскую войну» [128].

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 медицинских ошибок превышает значение восьмой ведущей причины смерти в США. По вине медиков умирает больше людей, чем от дорожно-транспортных происшествий (43 458 жертв), от рака молочной железы (42 297 жертв), от СПИДа (16 516 жертв) [2, p. 1]. *(Все цифры согласно статистике за 1997 год).*

В докладе делается вывод, что больница гораздо опаснее самолета. Потому что риск смерти вследствие медицинской 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») [2, p. 42].

РОСТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СМЕРТНОСТИ

Вызывает озабоченность заметный рост статистических показателей смертности пациентов, вызванных врачебными ошибками. Сравним данные о смертности, опубликованные в 2000 и 2017 годах. Согласно докладу 2000 года [2], предотвратимые (preventable) медицинские ошибки в больницах США ежегодно являются причиной смерти от 44000 до 98000 человек [2, pp. 1, 26, 31]. Однако спустя 17 лет, в обобщающем докладе 2017 года [129], Президент Национальной академии медицины США Виктор Дзау признал, что цифры смертности значительно увеличились. Смертность в больницах США, которую можно предотвратить, по оценкам, превышает 200000 человек каждый год (number of preventable hospital associated deaths estimated to be over 200,000 each year in the US) [129, p. 13].

Этот факт настораживает и требует анализа. За истекшие годы (2000 – 2017) в мире осуществлены масштабные программы и тренинги по борьбе с медицинскими ошибками. В работу включилась Всемирная организация здравоохранения, используя глобальные механизмы агентства ООН и свои отделения во всех регионах мира. В конгрессе США 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. И тем не менее, показатели смертности в стационарах США, вызванные предотвратимыми ошибками, не только не уменьшились, а напротив, возросли по сравнению с 2000 годом в два или даже в четыре раза (по отношению к цифрам 98000 и 44000).

Это говорит о серьезности проблемы, неполном понимании глубины вопроса, недостаточности предпринимаемых усилий и косвенно подтверждает мысль о том, что причиной ряда ошибок является чрезмерная сложность клинического мышления.

В докладе Национальной академии медицины США «Улучшение диагностики в здравоохранении» отмечается:

> «Посмертные вскрытия, охватывающие данные за десятилетия исследований, показывают, что диагностические ошибки влекут за собой примерно 10% смертей пациентов. В обзорах медицинской документации говорится, что диагностические ошибки составляют от 6 до 17% от числа неблагоприятных происшествий в больницах» [130, pp. 1, 356].

Согласно отечественным данным:

> «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» [131, p. 19].

ЧЕЛОВЕКУ СВОЙСТВЕННО ОШИБАТЬСЯ

Данная работа содержит анализ и одновременно является критикой ряда докладов Национальной академии медицины США (National Academy of Medicine). В докладах тщательно исследуются ошибки, которые неблагоприятно отражаются на больных. Это мягко сказано. Ошибки приводят к гибели, стойкой инвалидности, наносят людям увечья, причиняют страдания. Доклады полны драматизма [51].

В это трудно поверить. Неужели такое возможно? Учитывая все сомнения, мы предлагаем проверить шокирующие утверждения. Ниже следует точный перевод отрывка из доклада [2]. А следом за ним подлинный английский текст. Так что читайте, сравнивайте и делайте выводы.

РЕЗЮМЕ

(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. Восьмилетний 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 медицинских 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 6 000 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 7 000 смертей ежегодно» [2, pp. 1, 2].

EXECUTIVE SUMMARY

(оригинальный текст первоисточника)

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 [2, pp. 1, 2].

ЧЕТЫРЕ ДОКЛАДА

Национальная академия медицины США подготовила не один, а ряд докладов, объединенных общей идеей и направленных на радикальное повышение качества медицинской помощи и безопасности пациентов:

- «Человеку свойственно ошибаться: создание более безопасной системы здравоохранения». Доклад 2000 года [2].
- «Прыжок через пропасть во имя качества: новая система здравоохранения для 21-го века» Доклад 2001 года [132].
- «Предотвращение лекарственных медицинских ошибок». Доклад 2007 года [133].
- «Улучшение постановки диагноза в здравоохранении» Доклад 2015 года [130].

УТОЧНЕНИЕ

В 2015 году Институт медицины США (Institute of Medicine) был переименован в Национальную академию медицины (National Academy of Medicine) США [134]. Последняя является медицинским отделением

Национальных академий наук, инженерии и медицины (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) [135].

Публикации до 2015 года указывают на «Институт медицины», после — на «Национальную академию медицины». Это одно и то же.

КАК БЕСПЛАТНО СКАЧАТЬ И ПРОЧИТАТЬ ОРИГИНАЛЫ ДОКЛАДОВ

Нет ничего проще. Доклады опубликованы американским издательством «The National Academies Press» [136]. 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/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 впервые поставили в центр научного исследования исключительно трудную междисциплинарную проблему — проблему врачебных ошибок. В докладах предложена развернутая программа противодействия этому злу в интересах безопасности пациентов.

Наша критика состоит в том, что указанная программа является неполной и содержит ряд упущений. В книге мы указали на ряд недостатков. Глубинной причиной многих ошибок является несовершенство, неполнота и отсутствие **клинических алгоритмов высокой точности**, а также сопряженные с ними недостатки медицинской литературы и медицинского образования.

Наши предложения и содержание книги не противоречат выводам Академии медицины США, а дополняют и уточняют их, ликвидируя серьезные пробелы, допущенные в этих выводах.

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 Кемеровского медицинского университета 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. *Пульмонэктомия 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» [125].

НЕОТЛОЖНАЯ ЗАДАЧА МЕДИЦИНЫ

Для медицинской литературы и системы медицинского образования характерны сокращенное, сжатое, неполное описание клинических алгоритмов, при котором некоторые шаги алгоритма не полностью определены или даже пропущены. Это создает неопределенность. Неопределенность порождает разночтения, провоцирует неправильное понимание и путаницу. Неопределенность в медицинской литературе является источником многих врачебных ошибок. Образно говоря, неопределенность – ахиллесова пята медицинских публикаций.

Цель состоит в том, чтобы врачи, читая чертеж алгоритма, понимали и исполняли его в точности одинаково, без разночтений. Это значит, что отвергается обычная практика, при которой на чертеже некоторые шаги алгоритма не полностью определены или даже пропущены.

Медицинский язык ДРАКОН предназначен для создания клинических алгоритмов нового поколения — алгоритмов высокой точности. Предполагается, что новое поколение алгоритмов позволит заметно облегчить труд врачей, сократить врачебные ошибки, повысить

безопасность пациентов, ускорить приобретение процедурных медицинских знаний, улучшить медицинское образование.

Обострение ситуации с врачебными ошибками и требование безопасности пациентов подводит ученых и руководителей здравоохранения к необходимости принять решительные меры по устранению неопределенности в медицинской литературе и образовании.

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

БЕЗОПАСНОСТЬ ПАЦИЕНТОВ В МАТЕРИАЛАХ ВОЗ

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) уделяет большое внимание безопасности пациентов:

> «По оценкам, в странах с высоким уровнем дохода при оказании стационарной помощи вред причиняется каждому десятому пациенту… Во всем мире при оказании первичной и амбулаторной медицинской помощи вред причиняется четырем из 10 пациентов. В 80% случаев причинение вреда можно предотвратить. Наиболее серьезные последствия имеют ошибки при диагностике…» [137].

Наши предложения о **клинических алгоритмах высокой точности** целесообразно включить в рекомендации ВОЗ. Взяв за основу документ ВОЗ WHA72.6 пункт 2, подпункт (10) [138], можно предложить следующую формулировку и включить ее в постановляющую часть очередной Всемирной ассамблеи здравоохранения:

> «Сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения настоятельно призывает государства-члены ВОЗ способствовать использованию новых цифровых технологий в области здравоохранения, включая создание и расширение использования безопасной цифровой технологии для создания и применения клинических алгоритмов высокой точности, расширяющей возможности медицинской цифровой технологии DrakonHub, и поддерживать использование цифровых технологий для предоставления более безопасной медицинской помощи».

ВЫВОДЫ

1. Медицинские ошибки – сложное, недостаточно изученное и очень опасное явление. Ошибки могут повлечь за собой смерть, стойкую инвалидность или иной ущерб для пациентов.
2. Важный шаг к решению проблемы ошибок и безопасности пациентов сделан в докладах Национальной академии медицины США (Института медицины).

3. Выводы и предложения Института медицины США являются важными, но недостаточными. Они не учитывают тот факт, что причиной многих ошибок является несовершенство, неполнота и отсутствие клинических алгоритмов высокой точности, а также сопряженные с ними недостатки медицинской литературы и медицинского образования.
4. Для устранения указанных ошибок следует использовать клинические алгоритмы высокой точности и медицинский язык ДРАКОН.
5. Предложения о цифровой технологии клинических алгоритмов высокой точности целесообразно включить в рекомендации Всемирной организации здравоохранения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 24

1. Как называется доклад Национальной академии медицины США, посвященный созданию безопасной системы здравоохранения?
2. О чем говорит цифра «98 000 человек в год»?
3. Что такое медицинская небрежность?
4. О какой врачебной ошибке сообщил преподаватель кафедры патологической анатомии Георгий Чернобай?
5. Какое предложение предлагается включить в постановляющую часть Всемирной ассамблеи здравоохранения?
6. Как бесплатно скачать и прочитать оригиналы докладов Национальной академии медицины?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 24

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 25
ЭРГОНОМИКА И МЕДИЦИНСКИЕ ОШИБКИ

НАУКА О ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ОШИБКАХ

Научной основой для решения проблемы ошибок является эргономика. Она учит, каким образом нужно бороться с человеческими ошибками в различных 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, операторов 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 значительно 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 – хорошая идея для борьбы с медицинскими ошибками. Речь пойдет о применении эргономики для совершенствования медицинской литературы.

Когнитивная эргономика	Это эргономика познавательных и мыслительных процессов

В ЗАЛЕ УПРАВЛЕНИЯ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Инженерные психологи и эргономисты ввели важное понятие – Средства Отображения Информации (СОИ) [139, 140, 141]. Что это такое?

Представим себе, что мы находимся в зале управления атомной электростанции (рис. 183). Понаблюдаем за работой оператора реакторного отделения [142]. Он трудится 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 происходит внутри реактора. Если он 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 особой сложности (не менее сложной, 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 [142, 139, pp. 10, 57–64] [140, p. 144–178] [141, p. 321–327] [143, 144, 145].

Информация, которую получает человек-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. 183. Средства отображения информации на атомной электростанции в Пакше (Венгрия)

Медицинская когнитивная эргономика

Это ветвь эргономики, призванная усовершенствовать формы представления знаний в медицинской литературе и документации. Она предназначена, чтобы студенты и врачи могли приобретать медицинские знания быстрее (за меньшее время), легче (с меньшими усилиями) и добиваться более глубокого усвоения материала.

Приобретение знаний производится в процессе зрительного восприятия, осмысления, понимания и усвоения содержания медицинских учебников, руководств, клинических рекомендаций и протоколов. Эффект достигается за счет использования более совершенных познавательных и мыслительных процессов.

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 [139, pp. 10, 57–64].

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. в [142, 139, pp. 10, 57–64] [140, p. 144–178] [141, p. 321–327] [143, 144, 145].

Важно

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 – изменить и улучшить форму представления знаний в медицинских учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах диагностики и лечения. В полной мере эти требования относятся к чертежам клинических алгоритмов.

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» [146]. Отсюда следует, что медицинский алгоритмический язык ДРАКОН есть форма представления медицинских алгоритмических знаний, закрепленных в клинических алгоритмах.

Нет сомнений, что научно обоснованное усовершенствование медицинского алгоритмического языка позволит уменьшить чрезмерную интеллектуальную нагрузку на врача, сделать ее посильной и комфортной. И за счет этого приведет к заметному сокращению врачебных ошибок [147].

К медицинскому языку ДРАКОН предъявляются два требования:

- язык должен иметь высокую точность (чтобы врач выполнял клинический алгоритм без ошибок);
- язык должен быть эргономичным (т. е. обладающим повышенными удобствами для врачей, облегчающим процесс клинического мышления).

Основная мысль

Необходимо одновременно осуществить и эргономизацию, и алгоритмизацию медицинской литературы и документации [147]

ВЫВОДЫ

1. Научной основой для решения проблемы ошибок является эргономика.
2. Когнитивная эргономика — это эргономика познавательных и мыслительных процессов.
3. Медицинская когнитивная эргономика призвана улучшить формы представления знаний в медицинской литературе и документации.
4. К медицинскому языку ДРАКОН предъявляются два требования: высокая точность и эргономичность.
5. Язык ДРАКОН разработан на научной основе; клинические дракон-алгоритмы позволяют сократить врачебные ошибки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 25

1. Что такое когнитивная эргономика?
2. Что такое медицинская когнитивная эргономика?
3. Какие два требования предъявляются к медицинскому языку ДРАКОН?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 25

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Часть IX
ПЕРСПЕКТИВЫ КЛИНИЧЕСКОЙ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Глава 26
НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КЛИНИЧЕСКИМ АЛГОРИТМАМ

КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ПЕРВОЙ ВОЛНЫ

Следует различать:

- клинические алгоритмы первой волны;
- клинические алгоритмы нового поколения.

Алгоритмы первой волны — это вся совокупность клинических алгоритмов, используемых во всех странах мира до появления медицинского алгоритмического языка ДРАКОН.

Алгоритмы «первой волны» сыграли важную ознакомительную роль. Мировая медицинская общественность усвоила понятия «алгоритм», «шаг алгоритма» и — в первом приближении — научилась ими пользоваться. Появились первые, пока еще несовершенные, описания алгоритмов, которые принесли заметную пользу. На этапе «первой волны» были сильны позиции скептиков, полагавших, что «медицина относится к разряду наук неточных, железных алгоритмов в ней нет и быть не может» [148].

Профессор И. В. Коробко из Минздрава РФ высоко оценивает алгоритмы первой волны:

> «Применение клинических алгоритмов имеет давние традиции как для составления клинических рекомендаций и руководств, так и для практической медицинской деятельности».

Тем не менее, по мере усложнения медицины все отчетливее проявляли себя недостатки. Плохо то, что на этапе «первой волны» правила для составления клинических алгоритмов еще не устоялись. Форма представления алгоритмов не была четко определена, стандартизация отсутствовала. Врачи-разработчики алгоритмов часто были вынуждены действовать по собственному усмотрению, на свой страх и риск, что вносило недопустимое разнообразие и даже разнобой в форму изображения алгоритмов.

ТИПИЧНАЯ ОШИБКА

При описании шагов алгоритма часто встречается ошибка типа «слишком большой шаг». Клиницист пишет «Шаг 1», а затем дает описание этого шага на целую страницу и даже больше. Это недопустимо.

При анализе выясняется, что так называемый «Шаг 1» на самом деле состоит из десяти или двадцати мелких шагов, т. е. из десяти или двадцати отдельных самостоятельных действий. Таким образом, налицо явное непонимание понятия *«шаг алгоритма».*

Шаг алгоритма не должен быть длинным, он должен быть небольшим. В главе 1 дано четкое определение: «Один шаг — одно действие или одно решение». Здесь имеется в виду элементарное, далее неразложимое действие (или решение). Например:

- Включи аппарат искусственной вентиляции легких.
- Проба с аллергеном туберкулезным рекомбинантным.
- Определи носительство нефункционального однонуклеотидного варианта гена *CYP2C9.*
- Дыхание есть?
- Сознание есть?

КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Правила для составления клинических алгоритмов настоятельно необходимы, причем не какие-нибудь, а тщательно обоснованные правила, позволяющие получить эргономичные клинические алгоритмы высокой точности. Именно такие правила предлагает медицинский алгоритмический язык ДРАКОН.

Клинические алгоритмы нового поколения должны удовлетворять четырем условиям:

- алгоритмы представляют собой чертежи, а не текстовые описания;
- чертежи алгоритмов выполняются по формальным правилам медицинского языка ДРАКОН;
- чертежи вычерчиваются с помощью компьютерной программы ДРАКОН-конструктор (специализированный графический редактор DrakonHub или его аналоги);
- чертежи сопровождаются текстовыми описаниями.

Подчеркнем еще раз: **алгоритмами называются чертежи, а не их описания.**

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К КЛИНИЧЕСКИМ АЛГОРИТМАМ

Клинический алгоритм нового поколения состоит из двух документов:

- графический чертеж алгоритма;
- текстовое описание алгоритма.

Согласно обычной практике, чертеж считается желательным, но не обязательным наглядным пояснением к тексту алгоритма. К чертежу обычно не предъявляются строгие требования.

Необходимо решительно покончить с подобным устаревшим подходом. Отсутствие детальных требований к чертежу является источником врачебных ошибок, что негативно влияет на безопасность пациентов. Исходя из этого, разработаны новые требования к клиническим алгоритмам, нацеленные на обеспечение безопасности пациентов.

Новые требования таковы. Чертеж должен:

- стать обязательным и основополагающим документом;
- содержать всю необходимую информацию, чтобы студент или специалист, глядя только на чертеж и не подглядывая в текст, смог повторить алгоритм (выполнить шаг за шагом) точно, без запинки и без ошибок.

Отсюда следует, что чертеж должен содержать и предъявлять врачу всю полноту процедурных сведений, не вынуждая врача лихорадочно вспоминать подробности, которые «очевидны и сами собой разумеются». Именно такое требование предъявляется к чертежам клинических алгоритмов на языке ДРАКОН.

Цель в том, чтобы врачи, читая чертеж алгоритма, *понимали и исполняли его в точности одинаково, без разночтений.* Это значит, что отвергается обычная практика, при которой на чертеже некоторые шаги алгоритма не полностью определены или даже пропущены.

Чертеж клинического алгоритма должен **обязательно** содержать все действия врача, все решения врача, все временные интервалы и другую необходимую информацию. Тем самым мы устраняем серьезные системные дефекты в ныне существующей практике описания клинических алгоритмов.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Клинические алгоритмы первой волны имеют существенные недостатки, которые провоцируют врачебные ошибки. Алгоритмы нового поколения призваны устранить недочеты.

Предполагается, что новое поколение алгоритмов позволит

- заметно облегчить труд врачей;
- сократить врачебные ошибки;
- повысить безопасность пациентов;
- ускорить приобретение процедурных медицинских знаний;
- улучшить медицинское образование.

В книге показано, что клинические алгоритмы высокой точности должны быть не только правильными, но и *дружелюбными* (doctor-friendly, user-friendly). Это позволит превратить головоломки в наглядные алгоритмы-картинки, легкие для восприятия, удобные для запоминания и полезные для анализа [149].

ЧЕМ ОТЛИЧАЕТСЯ АЛГОРИТМ ОТ НЕ-АЛГОРИТМА

В клинической медицине первой волны получило распространение некорректное использование понятия «алгоритм», которое вносит путаницу. Существует четкий критерий, позволяющий отделить алгоритм от не-алгоритма. Критерием является медицинский алгоритмический язык. Если графический чертеж клинического алгоритма удовлетворяет правилам медицинского алгоритмического языка, значит, это алгоритм. Если не удовлетворяет — перед нами не-алгоритм.

Вот пример. В учебном пособии по клиническому мышлению [150, p. 27] говорится: «описание классического алгоритма: (название заболевания, этиология, патогенез, клиническая картина и т. д.)». Это не алгоритм и уж тем более не классический.

Другой пример ошибочного использования понятия «алгоритм» представлен в книге [151]:

> «Основной алгоритм… в том виде, как его обычно понимают клиницисты, состоит в следующем:
> — изучение симптомов заболеваний на первом этапе (сбор жалоб, анамнеза и физикальное обследование);
> — предварительное заключение о сущности патологии, заболевания в конкретной ситуации;
> — назначение диагностических тестов для верификации и уточнения диагноза;
> — краткая интерпретация всех полученных фактов в виде развернутого клинического диагноза и прогноза;
> — планирование лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий» [151].

Указанное перечисление можно назвать планом, но никак не алгоритмом.

ВЫВОДЫ

1. Следует различать:
   - клинические алгоритмы первой волны;
   - клинические алгоритмы нового поколения.
2. Алгоритмы первой волны — совокупность клинических алгоритмов, используемых до появления медицинского алгоритмического языка ДРАКОН.
3. Клинические алгоритмы нового поколения должны удовлетворять условиям:
   - алгоритмы представляют собой чертежи, а не текстовые описания;
   - чертежи алгоритмов выполняются по формальным правилам медицинского языка ДРАКОН;

- чертежи вычерчиваются с помощью программы ДРАКОН-конструктор (специализированный графический редактор DrakonHub);
- чертежи сопровождаются текстовыми описаниями.

4. Чертеж клинического алгоритма должен:
   - стать обязательным, главным, основополагающим документом;
   - содержать всю необходимую информацию, чтобы специалист, глядя только на чертеж и не заглядывая в текст, смог повторить алгоритм (выполнить шаг за шагом) точно и без ошибок.
5. Новое поколение алгоритмов позволит заметно облегчить труд врачей, сократить врачебные ошибки, повысить безопасность пациентов, ускорить приобретение процедурных медицинских знаний, улучшить медицинское образование.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 26

1. Что такое клинические алгоритмы первой волны?
2. В чем заключается ошибка «слишком большой шаг»?
3. Что означает фраза «один шаг — одно действие или одно решение»? Приведите примеры.
4. Назовите четыре условия, которым должны удовлетворять клинические алгоритмы нового поколения.
5. В чем заключаются новые требования к клиническим алгоритмам?
6. Зачем нужны клинические алгоритмы нового поколения?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 26

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 27
АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

ПЛАН РАССКАЗА

Сначала мы дадим краткий и заведомо не полный обзор материалов по клиническому мышлению. С удивлением выясним, что литература о клиническом мышлении почти полностью игнорирует тему клинических алгоритмов. Затем расскажем, что новое поколение клинических алгоритмов является наглядной опорой для визуального клинического мышления.

ЧТО ТАКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ? ГОВОРИТ ПРОФЕССОР А. В. ЯГОДА

Заведующий кафедрой внутренних болезней, заслуженный врач РФ А. В. Ягода написал книгу «Руководство по клиническому мышлению для начинающих» [152]. Книга хорошая, интересная, написана живым, выразительным языком, но руководством она, конечно, не является. В книге представлены клинические разборы пациентов из отделений терапевтического профиля. Автор рассказывает о мышлении опытного врача при опросе и осмотре больных, обсуждении данных лабораторного и инструментального исследований для выделения на этой основе главных, основополагающих позиций, на которых строится диагноз.

> «Клиническое мышление… О нём часто говорят, но мало кто представляет, что это такое и как можно (и можно ли) ему научиться. Одно из определений характеризует клиническое мышление как творческий процесс, базирующийся на теоретических знаниях, практическом опыте, логической деятельности ума, общей культуре и эрудиции.
>
> Только сочетание личного врачебного опыта, интуиции, знаний и опыта других врачей с ежедневным чтением специальной литературы, проецирование всего этого на конкретного больного… может составить зыбкую основу того, что мы называем клиническим мышлением» [152, p. 12].

Какой же вывод делает автор? «Клиническому мышлению научить невозможно» [152, p. 13].

НУЖНЫ ЛИ АЛГОРИТМЫ ПРИ КЛИНИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ

Профессор А.В. Ягода к алгоритмам относится скептически, в его книге нет ни одного алгоритма. Читаем:

> «В последних национальных руководствах наконец-то появились элементы алгоритмизации обследования и лечения больных с конкретной патологией. Однако любые алгоритмы «бледнеют» перед разнообразием реальной клинической практики» [152].

Прав ли профессор Ягода? Конечно, прав. Действительно, все алгоритмы первой волны посвящены «конкретным патологиям». Но почему алгоритмы «бледнеют» перед реальной клинической практикой? По трем причинам.

Во-первых, существующие алгоритмы имеют низкое качество, содержат неполностью определенные или пропущенные шаги; они не эргономичны и не обладают высокой точностью.

Во-вторых, у многих пациентов имеется не одно заболевание, а несколько, что требует разработки более сложных алгоритмов для таких случаев. При этом число новых алгоритмов и трудоемкость их создания и сертификации значительно возрастает. Чтобы справиться с возросшим объемом работ, нужно использовать инновационные информационные технологии (ИТ) и высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов типа DrakonHub.

Наконец, в-третьих, нельзя забывать о коморбидных больных. Коморби́дность — сосуществование у одного пациента двух или более заболеваний, связанных между собой единым патогенетическим механизмом. Говоря упрощенно, коморбидность — это наличие целого букета болезней, которые усугубляют течение друг друга. А. В. Ягода считает, что лечение коморбидных пациентов является трудной задачей, более того, оно «было и остаётся вершиной клиницизма» [152].

Во всех перечисленных случаях для решения задачи можно рекомендовать медицинский язык ДРАКОН и клинические алгоритмы высокой точности.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО КЛИНИЧЕСКОМУ МЫШЛЕНИЮ

Автор пособия, профессор Белорусского медуниверситета Ю. Ф. Абаев составил обзор литературы по клиническому мышлению, тщательно изучив 80 первоисточников. Каждую мысль он старается подкрепить высказываниями авторитетных врачей:

> «…далеко не всегда воспитанию клинического мышления у студентов уделяется достаточное внимание... За период,

отведенный для изучения клинических дисциплин, будущему врачу довольно сложно овладеть клиническим мышлением… [Можно] привести слова М. П. Кончаловского: “начинающий изучать медицину, прочтя и даже усвоив книгу по патологии и запомнив большое количество фактов, часто думает, что он много знает, и считает даже, что он — уже готовый врач, но перед больным он обыкновенно испытывает странное затруднение и чувствует, что почва уходит из-под его ног”.

Клиническому мышлению нельзя научиться по учебникам и руководствам, как бы хорошо они ни были составлены. Для этого необходима практика под руководством опытного преподавателя… С. П. Боткин и Г. А. Захарьин решающее значение при подготовке будущего врача придавали усвоению метода. Так, С. П. Боткин говорил: “Если учащийся овладел клиническим методом, то он вполне готов к самостоятельной деятельности”. Примерно так же считал и Г. А. Захарьин: “Кто усвоил метод и навык индивидуализировать, тот найдется и во всяком новом для него случае”. Кстати сказать, в современных учебниках вопрос о клиническом мышлении почти нигде не ставится. Даже такой крупный клиницист, как М. П. Кончаловский, утверждая, что “врач… должен научиться рассуждать, логически мыслить, или, как говорят, овладеть клиническим мышлением” не указывает, где и как будущий врач должен научиться клиническому мышлению…

Только в результате всесторонних комплексных “разборов больных” у студентов и молодых врачей… может сформироваться клиническое мышление, без чего, по словам Г. А. Захарьина, невозможно формирование “практического деятеля”» [150].

В учебном пособии Ю. Ф. Абаева, как и в книге А. В. Ягоды, нет ни одного алгоритма.

СТАТЬЯ «КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И ВРАЧЕБНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ»

В статье [153] предлагается тезис: «Клиническое мышление исключает хаотичность мыслительного процесса, ведёт к установлению правильного диагноза и к адекватному лечению». Тезис обосновывается с помощью следующих рассуждений:

«Понять содержание термина “клиническое мышление”… значит осознанно и целенаправленно осваивать его составляющие и способы их применения в деле. Сначала зададим себе вопрос: “Что же, собственно, такое само «мышление»?” Психология дает следующее определение:

“Мышление – это социально обусловленный, неразрывно связанный с речью психический процесс самостоятельного искания и открытия человеком существенного, то есть процесс опосредованного и обобщенного отражения действительности в виде анализа и синтеза, возникающий на основе практической деятельности из чувственного познания”.

Эта функция… проявляется только в тех случаях, когда человек сталкивается с новой задачей, где недостаточно стереотипных действий, где нужно найти новый способ ее решения.

Указанный вид умственной деятельности (в частности, в медицине) проходит ряд последовательных стадий: сравнение, – когда выявляется схожесть между явлениями. Далее следует анализ – выделение отдельных симптомов заболевания и их оценка. Синтез позволяет на основе теоретических знаний, обнаружить взаимозависимость отдельных проявлений болезни. Следующая мыслительная операция – абстрагирование – имеет целью выделение существенных для конкретного клинического случая признаков и их связи друг с другом при отвлечении от несущественных проявлений болезни. И, наконец, наступает стадия обобщения, в результате которой достигается объединение всех признаков патологии (на выявленной патогенетической основе) в единое целое и образование понятия – конкретной нозологической единицы…

Что дает… дедуктивный способ рассуждений? Так, мы знаем, что коллагенозы сопровождаются повсеместным поражением соединительной ткани (общий признак). И вот, если мы находим эти морфологические изменения в коже, то такой ход рассуждения приводит нас к мысли об определенном заболевании из этого ряда (переход от общего к частному). Или допустим, что у разных заболевших людей наблюдаются одни и те же симптомы (острое начало, температура, озноб, головные боли), то здесь индуктивное рассуждение позволяет сделать общий вывод для этих частных случаев, что это инфекционная патология. Могут быть и такие клинические случаи, когда на первый взгляд у двух пациентов, казалось бы, с разной клиникой, наблюдаются некоторые сходные симптомы. Это рассуждение по аналогии может навести на мысль об идентичности у них патологического процесса, но разных форм.

Вот таким образом используются общие законы мышления применительно к врачебной деятельности, как бы трансформируясь в так называемое “клиническое мышление”, которое исключает хаотичность мыслительного процесса и ведёт к установлению правильного диагноза и, стало быть, к адекватному лечению» [153].

КРИТИЧЕСКОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Здесь необходимо уточнение. При использовании общих законов мышления применительно к медицинской деятельности наряду с изложенным выше создаются:

- клинические рекомендации и руководства (clinical guidelines), протоколы диагностики и лечения;
- клинические алгоритмы диагностики и лечения.

Существующие алгоритмы, которые можно охарактеризовать как «алгоритмы первой волны», посвящены конкретным патологиям, и поэтому их не всегда можно применять к конкретным больным.

Поэтому в нашей книге речь идет о новом поколении клинических алгоритмов, которые обладают целым рядом новых свойств, позволяющих устранить недостатки алгоритмов первой волны.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЗРЫВ В МЕДИЦИНЕ И АЛГОРИТМЫ

Медицина очень сложна и постоянно развивается. Количество публикаций стремительно растет. Академик РАН, президент Волгоградского медуниверситета В. И. Петров отмечает:

> «Лавинообразное возрастание количества медицинской информации привело к тому, что хорошему врачу необходимо чуть более 24 часов в сутках, чтобы просто оставаться в курсе последних новостей медицины.
>
> В профильных медицинских журналах еженедельно появляются сотни оригинальных публикаций и десятки обзоров.
>
> По данным зарубежных авторов, специалисту нужно читать до 17–20 статей в день, чтобы не стать живым анахронизмом. И эти цифры, к сожалению, не завышены» [154].

Это означает, что врач оказался в трудной ситуации — перед ним поставлена явно непосильная задача.

Профессор В. М. Тавровский усматривает здесь

> «противоречие между информационным взрывом, в условиях которого работает врач, и его ограниченными возможностями в обработке информации, … между высоким уровнем развития медицинской науки и информационным хаосом во врачебной практике» [18, p. 164].

Как же быть? По мнению В. М. Тавровского, «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения» [18, p. 165].

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ: РЕШЕНИЕ НОВЫХ ЗАДАЧ, ДЛЯ КОТОРЫХ ОТСУТСТВУЮТ АЛГОРИТМЫ

В профессиональной работе врач сталкивается с нестандартными, проблемными задачами:

> «…с многообразием и вариабельностью проявления симптомов болезней, необходимостью их вероятностной оценки, изменением клинической картины в течение времени, атипичностью отдельных патологических состояний. В связи с этим всегда имеет место сложность выявления патогенетических связей между симптомами, установление синдромного и нозологического диагноза. Существенной особенностью профессионального мышления врача есть постоянное решение новых задач, для которых отсутствуют конкретные алгоритмы» [151, pp. 11, 12].

Обратим внимание на последние слова — «решение новых задач, для которых отсутствуют конкретные алгоритмы». Таких задач очень много. Очень много случаев, когда отсутствуют конкретные алгоритмы. Существует острая потребность в разработке отсутствующих алгоритмов.

КАК РЕШИТЬ ПРОБЛЕМУ ОТСУТСТВУЮЩИХ АЛГОРИТМОВ

Сегодня у каждого врача на рабочем месте есть компьютер. Его нетрудно превратить в высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов.

Инициативные врачи, столкнувшись с новой задачей, описанной в предыдущем параграфе, могут разработать свой вариант решения (новый клинический алгоритм вместо отсутствующего).

На сайте Министерства здравоохранения РФ можно выделить раздел «Экспериментальные алгоритмы, кандидаты на сертификацию», куда врачи могут загружать свои предлагаемые алгоритмы.

Сертификацию указанных алгоритмов будут проводить специалисты по специальной процедуре.

ЧЕРТЕЖ АЛГОРИТМА КАК НАГЛЯДНАЯ ОПОРА КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Наглядная опора мышления — важное понятие, которое можно и нужно применить к клиническому мышлению. Известно, что иллюстративный материал учебного содержания — наглядная опора мышления учащихся. Наглядность служит для упрощения восприятия учебного материала.

Эргономичный подход к использованию графики мы рассматриваем как одну из форм развития и практической реализации принципа наглядности.

Этот принцип, облегчающий обучение, открыл Ян Амос Коменский. Но обосновал его знаменитый швейцарский педагог Иоганн Генрих Песталоцци (1764—1827). Оценивая значение своих работ, Песталоцци на склоне лет писал:

> «Друг, когда я в настоящее время оглядываюсь назад и спрашиваю, что же, собственно говоря, я сделал для обучения человечества, то нахожу следующее: я прочно установил высший основной принцип обучения, признав наглядность абсолютной основой всякого познания» [155].

А. А. Зенкин в книге «Когнитивная компьютерная графика» [156] и в других работах подтверждает эту мысль:

> «Удачный рисунок иногда не только позволяет сделать наглядной и понятной суть сложного вопроса, но нередко способен подсказать принципиально новое соображение, идею, гипотезу, которые без такого рисунка просто, что называется, не приходят в голову» [157].

Специалист по техническим наукам К. К. Гомоюнов подчеркивает:

> «Иногда без графического языка просто невозможно… предъявить информацию так, чтобы человек мог воспринять ее. Представим себе, что мы надумали словами описать географическую карту, не упустив ни одной детали. Легко убедиться, что это безнадежная затея. Тем более безнадежно было бы пытаться понять такой текст в случае, если бы он все же был написан. Аналогично почти невозможно описать словами и понять схему электронной цепи или сборочный чертеж сложной машины» [158].

Наибольший выигрыш достигается тогда, когда отдельные схемы и чертежи объединяются и превращаются в графический (визуальный) язык. Как отмечает Гомоюнов «Графический язык является главным средством достижения наглядности» [158]. В полной мере это относится и к медицинскому алгоритмическому языку ДРАКОН.

ДРАКОН является графическим (визуальным) алгоритмическим языком. Клинические алгоритмы на языке ДРАКОН облегчают клиническое мышление. Клиническому мышлению нужна наглядная чувственная опора. Наглядная опора помогает мышлению. Чертеж клинического алгоритма на ДРАКОНе является именно такой опорой.

ПОЛЕЗНАЯ АНАЛОГИЯ И ВИЗУАЛЬНОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Можно провести аналогию между двумя типами визуализации. В статье «Клиническое мышление нейрохирурга» говорится о нейровизуализации:

> «Благодаря методам нейровизуализации сегодня без всякого вторжения мы можем видеть почти все, что происходит в головном мозгу с анатомических, а во многом и функциональных позиций… Это колоссальный технологический прогресс обеспечил прорыв в изучении и диагностике патологии центральной нервной системы» [159].

Таким образом, визуализация помогает клиническому мышлению нейрохирурга. Визуальный язык ДРАКОН также обеспечивает эффективную визуализацию, используя механизмы визуального клинического мышления.

Под визуальным мышлением мы понимаем высшую форму мышления, объединяющую как словесно-логическое (левополушарное), так и наглядно-образное (правополушарное) мышление (ср. [160]).

> «Современная психология столкнулась с реальностью особого — визуального — мышления, возникающего на основе вербального, но тесно связанного со зрительными образами мышления» [161].

Преднамеренный перевод основного содержания изучаемого объекта в эргономичную визуально-графическую форму, т. е. в форму чертежей, схем и рисунков позволяет облегчить сложную умственную работу, увеличить ее продуктивность.

> «Умение понимать язык чертежа, и передавать на этом языке необходимые сведения, обязательны для любого квалифицированного специалиста. Графическая грамотность необходима всем так же, как и умение правильно говорить и писать» [162].

Сказанное напрямую относится к медицине. Умение понимать язык чертежа клинических алгоритмов (язык ДРАКОН) и передавать на этом языке необходимые сведения о клинических алгоритмах должны быть обязательными для любого квалифицированного врача.

ВЫВОДЫ

1. В литературе по клиническому мышлению примеры клинических алгоритмов отсутствуют; термин «алгоритм», как правило, не используется или используется неправильно.
2. Алгоритмы первой волны посвящены конкретным патологиям, их не всегда можно применять к реальным больным.
3. Алгоритмы первой волны обладают существенными недостатками; они не являются наглядной опорой клинического мышления.
4. Клинические алгоритмы высокой точности принципиально отличаются от алгоритмов первой волны.
5. Клинические алгоритмы высокой точности наглядны; они играют роль наглядной опоры клинического мышления.
6. Клинические алгоритмы являются наглядной опорой процедурного, (но не декларативного) клинического мышления.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 27

1. Что является наглядной опорой для визуального клинического мышления?
2. Почему А. В. Ягода считает, что «клиническому мышлению научить невозможно»?
3. Нужны ли алгоритмы при клиническом мышлении?
4. Что такое коморбидность?
5. Согласны ли вы с мнением В. М. Тавровского: «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения»?
6. Что такое визуальным мышление?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 27

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 28
КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ ДОЛЖНО ОПИРАТЬСЯ НА МЕДИЦИНСКИЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК

СЛАБОСТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ВРАЧЕЙ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Сегодня в медицинских вузах студенты группы специальностей «Клиническая медицина» получают слабую алгоритмическую подготовку. Реальные клинические 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 и воспроизводится медицинская алгоритмическая неграмотность.

Мы рассматриваем сложившуюся ситуацию как неудовлетворительную. К чему это приводит? В частности, к тому, что врачи допускают диагностические ошибки или вообще не могут принять решение.

В 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»* [131, p. 16].

Отсюда проистекает неутешительный вывод. В медицинских учреждениях, где работают указанные врачи, больные подвергаются реальной опасности. Если «для больного всегда опасны все такие типы врачей», значит, задача безопасности пациентов (patient safety) остается нерешенной.

Кто в этом виноват? Тут важна правильная тональность обсуждения. 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» [131, p. 19].

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» [163, p. 15].

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.

КАК РАЗВИТЬ У СТУДЕНТОВ КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ

Некоторые ученые 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» [163, p. 15].

Это правильная и глубокая мысль. Алгоритмизация мышления медиков есть средство для формирования у студентов и врачей эффективного клинического мышления. Такое мышление можно сформировать лишь на основе алгоритмов высокой точности.

КОНЦЕПЦИЯ САМАРСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Для наших целей большой интерес представляет концепция клинического мышления, предложенная в учебнике Самарского медицинского университета [163]. Имеется в виду глава 2 «Клиническое мышление и доказательная медицина. Принятие решений в медицине».

В указанной главе в качестве важнейших мы выделили следующие 12 тезисов:

- «Доказательная медицина рассматривает клиническое мышление как процедуру принятия решений» [163, p. 70].
- «На повестку дня повышения качества подготовки выпускников ставится … отработка техники принятия решений (иными словами, развитие клинического мышления)» [163, p. 56].
- «Основным методом формирования клинического мышления у студентов … является … алгоритмизация действий» [163, p. 70].
- «Алгоритмический метод для нахождения наиболее обоснованных решений, … столь характерных для сформированного клинического мышления … может быть рекомендован для описания как диагностических, так и лечебных алгоритмов» [163, p. 60].
- «Алгоритмом называют четко определенную последовательность действий, которая приводит к верному решению» [163, p. 55].
- «Необходимо научиться строить диагностические алгоритмы» [163, p. 68].
- «Приемом активизации мыслительной деятельности … может стать использование типовых блок-схем для визуализации своих рассуждений и хода принимаемых решений» [163, p. 66].
- «Использование стандартных блок-схем позволяет не только формализовать, но и визуализировать процесс рассуждений» [163, p. 68].
- Перед системой медицинского образования «встает задача обучения составлению алгоритмов в виде стандартных блок-схем» [163, p. 55].

- «Активное введение в учебный процесс стандартных блок-схем и описываемых ими алгоритмов оправдано» по многим причинам [163, p. 61].
- «Использование стандартных блок-схем при описании алгоритмов диагностических и лечебных действий пока еще не является общепринятой процедурой» [163, p. 61].
- «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» [163, p. 55].

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 мышление 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 курaций 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» [164].

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.

АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ САМАРСКОГО МЕДУНИВЕРСИТЕТА

Обсудим тезис из Самарского учебника:

> «Основным методом формирования клинического мышления у студентов … является … алгоритмизация действий» [163, p. 70].

Это правильная мысль, но сразу возникает вопрос о практическом применении. Практика оказалась слабой.

В учебнике объемом почти 700 страниц приведен всего один серьезный чертеж алгоритма «Терапевтическая тактика при фибрилляции предсердий», занимающий книжный разворот [163, pp. 114, 115]. Да и тот обладает серьезными недостатками.

- Данный чертеж имеет все признаки алгоритмов первой волны и сохраняет присущие им недостатки. Такие чертежи не позволяют овладеть клиническим алгоритмическим мышлением.
- Чертеж алгоритма не является полным. Он описывает алгоритм не целиком, а лишь частично. Оставшаяся часть не поместилась в рамках блок-схемы. Она вынесена на другие страницы и описана в виде **обычного текста**, что ухудшает удобочитаемость алгоритма.
- Нарушается требование, согласно которому в блоке решения (ромб) следует писать только одно простое условие (и запрещено писать сложное логическое условие).
- Алгоритм не упорядочен, нарушен картографический принцип.
- Не соблюдается принцип: *алгоритм должен иметь одно начало и один конец.*

АНАЛИЗ СЛОЖНОГО ЛОГИЧЕСКОГО УСЛОВИЯ

В главе 21 мы уже описали проблемную ситуацию, связанную с этим алгоритмом. Для удобства читателей скопируем рис. 161–163 и поместим их на рис. 184–186. Суть проблемы в том, что внутри ромба записано трудное для понимания сложное логическое условие, которое можно и нужно разбить на три простые условия:

- нестабильная гемодинамика;
- прогрессирующая сердечная недостаточность;
- противопоказания к антиаритмикам.

Как только это сделано (см. рис. 187) проблема логических связок полностью исчезает.

Рис. 184. В схеме имеется ошибка (нет логических знаков)

Рис. 185. В схему введены два логических знака «**И**»

Рис. 186. В схему введены два логических знака «**ИЛИ**»

В алгоритмах высокой точности подобная путаница с логическими связками в принципе невозможна благодаря требованию расщепления сложных условий и методу «невидимой математики» (рис.187).

Рис. 187. Ошибка исправлена с помощью невидимой математики

Невидимая математика позволяет полностью исключить все логические формулы и устранить ошибки. Логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» выполняются в полном объеме, но логические знаки «И», «ИЛИ», «НЕ» становятся ненужными и исчезают. Они реализуются с помощью графики и становятся невидимыми. Поэтому метод и получил название «невидимая математика».

Тем не менее, концепция Самарского университета содержит рациональное зерно и заслуживает поддержки. Но она нуждается в существенной доработке с учетом требований, предъявляемых к алгоритмам высокой точности.

НАГЛЯДНАЯ ОПОРА КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Наряду с текстом в медицинской литературе используются наглядно-чувственные средства клинического мышления: рисунки и иллюстрации в учебниках, кардиограммы, рентгеновские снимки, красочные картинки МР-томограмм и т. д.

К этой категории (категории наглядно-образных, чувственных стимуляторов мышления) относятся и дракон-алгоритмы.

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, симультанную форму её предъявления.

ВЫВОДЫ

1. Недостаток системы медицинского образования заключается в том, что в программе обучения слишком мало внимания уделяется клиническим алгоритмам. Вследствие этого:
    - клиническое алгоритмическое мышление выпускников остается несформированным;
    - из года в год воспроизводится медицинская алгоритмическая неграмотность.
2. Отсутствие подготовки по алгоритмам высокой точности приводит к тому, что врачи допускают диагностические ошибки или не могут принять решение.
3. Выпускники медвузов не обучены принятию решений в средних и сложных случаях.
4. Чтобы устранить недостаток, необходима алгоритмизация клинического мышления.
5. Алгоритмизация мышления студентов и врачей возможна только на основе алгоритмизации медицинской литературы и документации.
6. В учебнике Самарского медицинского университета «Поликлиническая терапия» разработана убедительная концепция клинического мышления, увязывающая клиническое мышление с алгоритмизацией мышления и способностью принимать медицинские решения.
7. 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.
8. 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.
9. Актуальное задачей медицинского образования является развитие клинического мышления врачей, которое должно превратиться в *алгоритмическое клиническое мышление высокой точности.*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 28

1. Верно ли, что алгоритмизация мышления врачей помогает развитию клинического мышления?
2. Верно ли, что основным методом формирования клинического мышления у студентов является алгоритмизация действий?
3. В чем заключается концепция клинического мышления Самарского медицинского университета? Назовите 12 тезисов.
4. В чем заключается уточнение и дополнение концепции Самарского медуниверситета?
5. Почему клиническое алгоритмическое мышление выпускников медицинских вузов остается несформированным?

6. В чем заключается недостаток системы медицинского образования, связанный с алгоритмами высокой точности?
7. В чем заключается актуальная задача медицинского образования, связанная с алгоритмическим клиническим мышлением высокой точности?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 28

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 29
МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК НА СКАМЬЕ ПОДСУДИМЫХ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ФОРМАЛЬНЫЕ ЯЗЫКИ

Естественный язык (русский, английский, китайский и пр.) имеет большие возможности, но он не способен обеспечить точность. Если нужна точность, следует использовать формальные языки, например:

- язык математики;
- алгоритмические языки;
- язык логических операций «И», «ИЛИ», «НЕ».

Формальные языки служат дополнением к естественному языку, позволяя добиться успеха там, где естественный язык оказывается бесплодным и несостоятельным.

Профессиональный медицинский язык является естественным (национальным) языком, расширенным за счет латинского языка с использованием греко-латинских слов для образования медицинской терминологии.

Медицинский язык позволяет выразить все богатство современной медицинской науки, однако (как и любой естественный язык) он оказывается бесплодным и несостоятельным в тех случаях, когда нужна точность. Например, в случае клинических алгоритмов. Чтобы устранить недостаток, нужно расширить профессиональный медицинский язык, добавив к нему медицинский алгоритмический язык высокой точности.

УТОЧНЕНИЕ

Предпринимаемые сегодня меры по безопасности пациентов являются недостаточными, поскольку они не учитывают ошибки мышления врачей, вызванные процедурной и логической слабостью медицинского языка.

Процедурная слабость медицинского языка — это непригодность медицинского языка для точного описания сложных клинических алгоритмов.

Логическая слабость медицинского языка — непригодность медицинского языка для точного описания сложных логических выражений с операциями «И», «ИЛИ», «НЕ».

Медицинский алгоритмический язык высокой точности ДРАКОН позволяет устранить оба дефекта; он ликвидирует как процедурную, так и логическую слабость медицинского языка.

Применение профессионального медицинского языка для записи алгоритмов является некорректным (безграмотным) и подлежит исправлению.

СУЩЕСТВУЮЩИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК ТОРМОЗИТ РАЗВИТИЕ МЕДИЦИНЫ

Мы не замечаем воздух, которым дышим. Точно так же врачи не замечают свой профессиональный язык. Они привыкли к нему и принимают его как данность. Нет ничего удивительного, что врачи закрывают глаза на недостатки медицинского языка.

Людвиг Витгенштейн как-то сказал: «Философия – это борьба против очарованности ума языком» [165]. 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. Устаревший язык порождает устаревшее клиническое 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» [166].

С особой остротой подобные дефекты языка мешают ясному пониманию сложных медицинских проблем, связанных с алгоритмами.

МОЖНО ЛИ УСТРАНИТЬ ДЕФЕКТЫ ЯЗЫКА

Уместно вспомнить мудрые слова Людвига 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 преодолевать опасные перекрестки» [167].

Эти слова вскрывают важную проблему медицинского языка.

Лабиринт Витгенштейна — точная и выразительная метафора. Практически любой сложный клинический алгоритм является коварным лабиринтом, состоящим из многих развилок и циклов.

Имеет ли врач карту лабиринта, позволяющую проследить все маршруты и исследовать все развилки? Нужна ли врачу такая карта? Обзорная карта?

Конечно, нужна. Необходима.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА

Медицинские действия, решения и процедуры, используемые при профилактике, диагностике и лечении содержат огромное количество развилок, условий и опасных мест. Все эти ответвления и условия 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 модернизация (реформа) медицинского языка. Ее цель — осуществить обогащающее преобразование медицинского языка, расширив его возможности с помощью медицинского алгоритмического языка высокой точности.

Язык ДРАКОН предназначен для стимулирования и повышения продуктивности клинического мышления врачей, для стандартизации представления клинических алгоритмов в медицинской литературе, крупномасштабной алгоритмизации отечественной и мировой медицины.

ОСНОВНАЯ МЫСЛЬ

Профессиональный медицинский язык (язык медицинской литературы, учебников, руководств, клинических рекомендаций, протоколов диагностики и лечения) 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, медицине катастроф.

Чтобы устранить дефект, нужно осуществить модернизацию медицинского языка, расширив его возможности с помощью эргономичного медицинского алгоритмического языка высокой точности – языка ДРАКОН. Последний предназначен для стимулирования клинического мышления врачей, предотвращения врачебных ошибок, повышения безопасности пациентов и стандартизации представления клинических алгоритмов в медицинской литературе и документации.

КАК ЗАЩИТИТЬ ВРАЧА ОТ ОШИБКИ

Принимая решение в сложных случаях, врач может не заметить хитроумную развилку, неправильно понять сложное логическое условие и тем самым совершить медицинскую ошибку. Как защитить его от роковой ошибки?

Надо подсказать врачу верное решение, оказать ему интеллектуальную помощь. Здесь бессилен обычный (трудный и запутанный) медицинский язык. Необходим ДРАКОН, т. е. легкий для понимания графический язык, предлагающий нужные решения в виде наглядной инфографики, пригодной для быстрого симультанного восприятия.

Медицинский ДРАКОН освобождает врачей от целого ряда 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 опасных мест 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 в явном виде ука*зывает* на них.

ЧРЕЗМЕРНАЯ СЛОЖНОСТЬ МЫШЛЕНИЯ

На первый план выступает проблема сложности медицинского мышления.

Известно, что медицина чрезвычайно сложна и с каждым годом продолжает усложняться. Бурное развитие медицинских знаний и технологий предъявляет все 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.

Медицинский алгоритмический язык ДРАКОН в максимальной степени отвечает потребностям врачей и облегчает их труд. Он обеспечивает **удобство** и **комфорт** при выполнении умственных действий, позволяет устранить чрезмерную сложность мышления.

ДРАКОН дает возможность упростить чрезмерно сложную лечебно-диагностическую задачу и превратить ее в легко обозримую, которая не вызывает затруднений у врача.

При этом опытные врачи, преподаватели и ученые используют язык ДРАКОН:

- как авторы-разработчики клинических алгоритмов;
- как эксперты и рецензенты, проверяющие и сертифицирующие клинические алгоритмы.

Остальные врачи и студенты-медики используют язык как подготовленные читатели при изучении клинических алгоритмов. Это позволяет приобретать знания быстрее (за меньшее время), легче (с меньшими усилиями) и добиваться более глубокого усвоения материала.

ОШИБОЧНЫЙ ДИАГНОЗ

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

В результате запредельной нагрузки мозг врача не справился с задачей, 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?

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. Труд медицинских специалистов должен быть посильным.

Большинство врачей — это рядовые лечащие врачи больниц, поликлиник и медицинских центров, имеющие обычные, средние способности. Они не обладают выдающимися способностями и талантами. К этому надо относиться с уважением.

Интеллектуальная нагрузка на мозг врачей 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» [34, p. 87]. Однако в современной Клятве врача (Женевской декларации) и Клятве, на которой присягают выпускники мединститутов, эти важные слова почему-то вычеркнули [168]. 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, стойкую инвалидность или иной вред 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.

АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

Безопасность пациентов – раздел современной медицины и политики здравоохранения [169]. Большой интерес представляют работы по качеству медицинской помощи и безопасности пациентов (Patient Quality & Safety) [2] [132] [170] [133] [171] [172] [130] [173] [174] [175]. Анализ этих работ позволил обнаружить и исследовать проблему, связанную с медицинским языком и клиническими алгоритмами.

Предпринимаемые сегодня меры по безопасности пациентов являются недостаточными, они не учитывают ошибки мышления врачей, вызванные процедурной и логической слабостью профессионального медицинского языка. Медицинский язык не формализован, не обеспечивает необходимую точность при решении сложных вопросов, вносит значительные трудности в мышление врачей и нуждается в доработке и совершенствовании.

Причина многих врачебных ошибок, приносящих вред пациентам — чрезмерная сложность клинического мышления, вызванная ограниченными возможностями медицинского языка, несовершенством или отсутствием качественных клинических алгоритмов, а также сопряженных с ними недостатками медицинской литературы и медицинского образования.

Чтобы компенсировать дефекты медицинского языка, следует создать *медицинский алгоритмический язык.* И предъявить к нему два требования:

- язык должен иметь ***высокую точность*** (чтобы врач выполнял клинический алгоритм без ошибок);
- язык должен быть ***эргономичным*** (т. е. обладающим повышенными удобствами для врачей, облегчающим процесс клинического мышления).

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 (Национальная академия медицины США), имеющий право давать рекомендации законодательным органам США.

В докладе «Человеку свойственно ошибаться: создание более безопасной системы здравоохранения» выдвинуты принципиально новые идеи об обеспечении безопасности пациентов [2]. Публикацию доклада в 2000 году можно считать датой, когда понятие «безопасность пациентов» поставлено в центр политики здравоохранения (рис. 188).

В мировой системе здравоохранения выявлены и частично устранены многие неблагоприятные ситуации, представляющие опасность для пациентов.

Рис. 188. 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 отправным моментом для нашего исследования. Проведенный анализ показал, что выводы Института медицины являются важными, но недостаточными, поскольку они почти не затрагивают ошибки мышления врачей, вызванные недостатками (процедурной и логической слабостью) медицинского языка, а также отсутствием клинических алгоритмов высокой точности.

Мы исходим из следующих положений:

- дефекты медицинского языка могут оказывать негативное и даже разрушительное воздействие на профессиональное мышление врачей;
- профессиональный медицинский язык при описании клинических алгоритмов является опасным для пациентов;
- чтобы сделать его безопасным, необходимо для записи алгоритмов использовать медицинский алгоритмический язык высокой точности;
- медицинский алгоритмический язык высокой точности устраняет оба дефекта: как процедурную, так и логическую слабость медицинского языка.

МЕДИЦИНСКИЙ ЯЗЫК КАК ПРОБЛЕМА

Медицинский язык очень сложен и постоянно развивается. Он состоит из человеческих слов и кодов. 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 код:

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 кодов обогащает язык и позволяет получить ряд 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 создана 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 проблем, связанных с развитием и совершенствованием медицинского языка и устранением его недостатков. Мы указываем на эти проблемы для того, чтобы устранить возможную путаницу. И тем самым с предельной точностью ограничить место нашей идеи в общем списке нерешенных проблем языка.

Предлагаемая нами модернизация медицинского языка имеет четко очерченные границы. Она никак не затрагивает указанную выше «постороннюю» проблематику. И представляет собой самостоятельное направление исследований, разработок и развития.

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 инструкции. Имя такой инструкции – инфографика.

Попытки составить графические инструкции (схемы), полезные для врачей, предпринимаются давно. Блок-схемы алгоритмов по ГОСТ 19.701–90 и ISO 5807:85, диаграммы деятельности (activity diagrams) языка UML, деревья принятия решений получили распространение. Тем не менее дело не клеится – нынешняя графика не в состоянии решить заявленную проблему.

Клинические алгоритмы, изображенные графически в виде блок-схем алгоритмов согласно стандарту ГОСТ 19.701–90, являются неудовлетворительными, поскольку они не упорядочены, не эргономичны и не защищены от ошибок. При большой степени детализации блок-схемы становятся запутанными и неудобными для использования из-за существенно возрастающей громоздкости и быстрой потери наглядности.

С ростом сложности схемы алгоритмов на всех известных графических языках теряют наглядность, становятся непонятными и неудобными.

По результатам тщательного анализа [176] [177] можно сделать вывод. Язык ДРАКОН превосходит конкурирующие предложения и является рациональным и разумным решением.

ТОЛЬКО СО СМЕРТЬЮ ДОГМЫ НАЧИНАЕТСЯ НАУКА

Опытный врач, заведующий 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» [148]. 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.

Модернизация 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 вред для пациентов.
5. Проблема безопасности пациентов возникла, в частности, из-за того, что не была своевременно замечена проблема *чрезмерной сложности мышления врачей*.
6. Необходимо создать благоприятные условия для мышления врачей. Интеллектуальная нагрузка на мозг врачей должна быть соразмерной их силам и способностям.
7. 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.
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.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 29

1. Что такое процедурная слабость медицинского языка?
2. Что такое логическая слабость медицинского языка?
3. В каких случаях профессиональный медицинский язык оказывается бесплодным и несостоятельным?
4. Как можно устранить недостатки профессионального медицинского языка?
5. Как можно облегчить чрезмерную сложность мышления врачей?
6. Почему предпринимаемые сегодня меры по безопасности пациентов являются недостаточными?
7. Назовите этапы возникновения, развития и распространения понятия «безопасность пациентов»?
8. Как сделать профессиональный медицинский язык при описании клинических алгоритмов безопасным для пациентов?

9. Почему при большой степени детализации блок-схемы алгоритмов по ГОСТ 19.701–90 становятся запутанными и неудобными для использования?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 29

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Глава 30
КЛИНИЧЕСКАЯ АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО

Какой облик примет медицина будущего? Можно предположить, что она будет алгоритмической, т. е. значительно более точной, формальной и эргономичной. Построение клинической алгоритмической медицины является стратегической целью.

В перспективе для всех нозологических форм, предусмотренных в Международной классификации болезней (МКБ-10, МКБ-11), будут созданы алгоритмы диагностики и лечения, размещенные в базе данных клинических дракон-алгоритмов с возможностью демонстрации на больших экранах в режиме анимации.

Важную роль в создании алгоритмической медицины должно сыграть медицинское образование.

ДЕСЯТЬ ЦЕЛЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Для строительства клинической алгоритмической медицины в первую очередь необходим медицинский алгоритмический язык высокой точности. Язык является центральным пунктом и решающим условием успеха, основой предстоящей реформы.

Алгоритмизация — это перевод медицины на алгоритмический путь развития, преследующий 10 целей:

1. сократить число врачебных ошибок в лечебно-профилактических учреждениях для повышения безопасности пациентов, повысить качество здравоохранения и показатели здоровья населения;
2. создать эргономичный медицинский алгоритмический язык высокой точности, удобный и комфортный для врачей, облегчающий их работу, исключающий умственное перенапряжение, стимулирующий безошибочную работу;
3. принять данный язык в качестве медицинского стандарта для качественного изображения клинических алгоритмов и предотвращения врачебных ошибок;
4. включить указанный язык в систему медицинского образования наравне с латинским языком;

5. рекомендовать данный язык для представления клинических алгоритмов в медицинской литературе: в учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах диагностики и лечения, книжных и журнальных публикациях;
6. создать периодически обновляемую электронную базу данных сертифицированных эргономичных клинических алгоритмов высокой точности (СЭКАВТ). В перспективе — для всех нозологических форм, предусмотренных в международной классификации болезней;
7. устранить чрезмерную сложность клинического мышления, облегчить умственный труд врачей, создать благоприятные условия для мышления клиницистов, в частности, за счет мгновенного доступа к эргономичным алгоритмам, размещенным в электронной базе данных СЭКАВТ;
8. изменить методику преподавания медицинских дисциплин в медицинских учебных заведениях и системе непрерывного образования, опираясь на эргономичные клинические алгоритмы высокой точности;
9. обеспечить высокую скорость разработки, проверки и сертификации эргономичных клинических алгоритмов высокой точности;
10. создать концептуальную основу для разработки систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР), экспертных систем и других средств автоматизации медицинской деятельности.

В МЕДИЦИНЕ НЕОБХОДИМЫ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Все виды медицинской литературы и медицинского образования, в которых трактуются, разъясняются или описываются клинические алгоритмы, устарели. Это означает, что в той или иной степени устарели и нуждаются в совершенствовании:

- медицинские учебники, курсы лекций и учебные пособия;
- медицинские руководства;
- клинические рекомендации;
- протоколы диагностики и лечения;
- публикации в медицинских журналах и книгах.

Суть в том, что устарело прежнее понимание и прежние способы записи клинических алгоритмов, поскольку они не обладают свойствами высокой точности и эргономичности.

Им на смену должны прийти безопасные эргономичные клинические алгоритмы высокой точности, написанные на языке ДРАКОН с помощью программы ДРАКОН-конструктор или ее аналогов.

Актуальной задачей является создание нового поколения медицинской литературы, опирающейся на принципы клинической алгоритмической медицины. Это очень большая работа, и начинать ее необходимо уже сегодня.

Язык ДРАКОН позволяет осуществить перестройку многих видов медицинской литературы. Но это всего лишь потенциальная возможность. Сам по себе язык – условие необходимое, но не достаточное. Чтобы язык смог принести заявленную пользу, нужно:

- использовать инновационные информационные технологии (ИТ) и высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов типа DrakonHub;
- встроить язык ДРАКОН и рабочее место DrakonHub в систему медицинского образования.

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА-РАЗРАБОТЧИКА КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Следует обратить внимание на два параметра:

- скорость разработки алгоритма;
- скорость проверки и сертификации алгоритма.

Цель состоит в максимальном увеличении (максимизации) указанных параметров.

В настоящее время скорость зависит от компьютерной программы DrakonHub https://drakonhub.com/ Это экспериментальная программа, она нуждается в доработке, развитии и совершенствовании. Со временем она превратится в высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов.

Ожидаемые результаты использования улучшенной программы DrakonHub можно описать следующим образом.

- **Высокая скорость компьютерной разработки клинических алгоритмов.** Молодой врач, знающий алгоритм и освоивший ДРАКОН-конструктор, способен предъявить полностью законченный электронный чертеж алгоритма менее, чем через час после начала разработки.
- **Высокая скорость компьютерной разработки и отладки клинических алгоритмов.** Совместная работа молодого врача и его научного руководителя, с учетом нескольких переделок алгоритма по замечаниям руководителя, не превышает двух-трех часов.
- **Быстрота экспертной оценки.** Опытный врач, не знакомый с языком ДРАКОН, способен очень быстро (почти мгновенно) понять предъявленный ему клинический дракон-алгоритм и сразу же указать содержащиеся в нем ошибки и неточности.

ПОМОЩЬ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Вспомним еще раз известную цитату:

> «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» [163, p. 15].

Наиболее эффективная помощь — не тупое заглядывание в ответ, а наглядные образцы диагностических дракон-алгоритмов. Последние значительно облегчают принятие диагностических решений, ибо обеспечивают возможность «пощупать» процесс принятия решений в ходе его развития. Можно провести пальцем или указкой от начала до конца алгоритма, *прослеживая все без исключения решения и действия на всех маршрутах алгоритма.*

Трудности при принятии решения снижаются или исчезают, так как дракон-алгоритмы обеспечивают:

- наличие удобных ориентиров в виде броских (highlighted) шампуров, отделяющих благоприятные для пациента исходы от неблагоприятных;
- наглядное изображение алгоритмов по принципу: «одно начало, один конец», позволяющее упорядочить мысли, разложить их «по полочкам»;
- удобный клинический чертеж, образующий наглядно-чувственную опору мышления;
- четкий порядок и удобные правила, облегчающие восприятие и организующие быстрое и комфортное клиническое мышление;
- стройные чертежи, в которых запрещены пересечения линий, обрывы и внутренние соединители.

Досконально изучив десять, двадцать и более готовых дракон-алгоритмов, студент на конкретных примерах усвоит механизм принятия решения. Усвоит в письменном виде, в виде чертежа, то есть в виде наглядно-чувственной опоры мышления.

МАСШТАБ ПРЕДСТОЯЩИХ ПЕРЕМЕН

Речь идет о новом медицинском языке, которым должны овладеть все или почти все врачи. Это значит, что задача приобретает массовый характер и становится трудной, но решаемой.

Приведем данные по России. В 2008 году в здравоохранении работали 3,7 миллиона человек[1], в том числе:

- врачей всех специальностей 704 тысячи;
- среднего медперсонала – полтора миллиона человек [178] [179].

Эти цифры показывают примерное число специалистов, которые должны пройти переподготовку и овладеть медицинским алгоритмическим языком высокой точности.

[1] Без учета занятых в предоставлении социальных услуг, ветеринарной деятельности, производстве фармацевтической продукции и медицинской техники.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Первоначально язык ДРАКОН был создан в космической отрасли в качестве языка программирования для решения космических задач [180] [181]. А. Каралюс (Литва) предложил применить язык в медицине, но не в качестве языка программирования, а в качестве графического языка для наглядного и удобного описания клинических алгоритмов. Инициативу Каралюса активно поддержали литовские врачи: П. Добожинскас, Р. Й. Надишаускене, Д. Вайткайтис, А. Кудрявичене и др. В Литве изданы четыре учебника, в которых используется ДРАКОН.

1. Специализированная реанимация новорожденного [44].
2. Начальная неотложная акушерская помощь [182].
3. Неотложная медицинская помощь [183].
4. Травма [184].

Учебники апробированы в ряде стран (Литва, Казахстан, Азербайджан, Таджикистан, Туркменистан, Киргизия) в рамках курсов повышения квалификации врачей. Курсы проводили высококвалифицированные специалисты из Литовского университета здравоохранения (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas) [185] [186].

ЯЗЫК ДРАКОН В СИМУЛЯЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

На основе ДРАКОНа в Литве разработан новый метод симуляционного обучения — гибридная лаборатория HybridLAB http://www.hybridlab.com/ в клинике Литовского университета здравоохранения в Каунасе.

Традиционное симуляционное обучение требует наличия проводящего тренинг преподавателя (инструктора, тренера). ДРАКОН устраняет разночтения и обеспечивает идентичное понимание и выполнение алгоритма студентами, курсантами, врачами. Вследствие этого ДРАКОН позволил удалить инструктора из симуляционного класса. Инструктора заменяет планшет с подробным пошаговым алгоритмом на ДРАКОНе. Класс работает круглосуточно 24/7.

Студенты делятся на тройки, причем каждая тройка выбирает удобное для себя время. Три студента, приходя в симуляционный класс, могут весь процесс проводить самостоятельно — без участия инструктора.

Отработка медицинских навыков в тройках ведется так: один оказывает помощь (согласно алгоритму), другой ее оценивает, третий («пациент») наблюдает за процессом со стороны. Затем они меняются ролями — и все повторяется заново для каждого алгоритма и для каждой роли.

В классе ведется видеозапись, и преподаватель проверяет только итоговый, «экзаменационный» вариант — тоже тогда, когда ему удобно. Таким образом, ДРАКОН позволяет «автоматизировать» обучение, максимально просто и понятно, описав любой, даже самый сложный, процесс, исключив возможность путаницы и врачебных ошибок.

На Всемирной выставке систем экстренной врачебной помощи в 2017 году литовская методика была представлена в номинации «Инновация года» [187] [188] [189].

Литовский опыт использования языка ДРАКОН для разработки клинических алгоритмов был тщательно изучен, язык ДРАКОН был существенно доработан с учетом замечаний и потребностей врачей.

Заявленный в Литве метод медицинского симуляционного обучения HybridLab «без инструктора» на основе ДРАКОНа дешев и обещает высокую эффективность. По словам руководителя П. Добожинскаса, в Литве с помощью данного метода обучают 9000 медицинских работников в год.

ОТЗЫВЫ ЛИТОВСКИХ ВРАЧЕЙ О ЯЗЫКЕ ДРАКОН

Доктор медицинских наук А. Кудрявичене, неонатолог:

> «Язык ДРАКОН – отличный инструмент для обучения практическим навыкам и их стандартизации. Он позволяет выявить все, даже мельчайшие, но очень важные действия».

Доктор мед. наук, проф. М. Ключинскас, акушер-гинеколог:

> «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… Позволяет ускорить запоминание действий».

Доктор мед. наук, проф. Ж. Дамбраускас, абдоминальный хирург:

> «Огромным преимуществом языка ДРАКОН является то, что он позволяет конкретно выявить все этапы процедуры или процесса… Мысленно можешь повторить процесс этап за этапом, а затем каждый этап разделить на шаги… Процедуру или процесс можно выполнить мысленно, а затем и в реальности. ДРАКОН является инструментом мысленной тренировки».

Врач Б. Кумпайтене, 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”».

А. Вилейките, координатор медицинского учебного Центра исследования кризисов:

> «Применение языка ДРАКОН позволяет стандартизировать и эргономично представить самую сложную процедуру… Если всё правильно описано на ДРАКОНе, значит, всё будет отлично выполнено».

Доктор мед. наук, проф. Динас Вайткайтис, зав. кафедрой экстремальной медицины:

> «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».

Доктор мед. наук П. Добожинскас, исполнительный директор медицинского учебного Центра исследования кризисов:

> «Применение языка ДРАКОН действенно 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».

Доктор мед. наук, проф. Р.-Й. Надишаускене, зав. клиники акушерства и гинекологии, главный специалист по акушерству и гинекологии Литвы:

> «Алгоритмизация медицины подразумевает значительную перестройку системы медицинского образования и перевод ее на алгоритмический путь… 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».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ФУМО МИНЗДРАВА РФ «КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА» О ЯЗЫКЕ ДРАКОН

Заключение подготовлено Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе профессий, специальностей и направлений подготовки 31.00.00 «Клиническая медицина». В документе на стр. 4 в разделе Заключение говорится:

> «Предложенный В.Д. Пароджановым подход к представлению медицинских данных и знаний на языке… «Дракон» представляет несомненный интерес… Для обеспечения работы целесообразно разработать национальный стандарт представления медицинских данных и клинических документов в виде конструкций предложенного языка» [190].

Заключение подписал Председатель ФУМО, первый проректор Первого МГМУ имени И. М. Сеченова член-корреспондент РАН, профессор А. А. Свистунов.

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 ведущих российских медицинских журналов в отношении алгоритмической медицины и языка ДРАКОН (DRAKON).

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 клинические алгоритмы для предотвращения ошибок врачей?

В 1970 годы его ответ прозвучал неожиданно для многих коллег: «клинический опыт и опыт управления надо уложить в строгие алгоритмы поведения» [18, p. 165]. Это очень важные слова, которые можно назвать *формулой Тавровского.*

Формула Тавровского

«Клинический опыт и опыт управления медициной надо уложить в строгие алгоритмы поведения»

По данным Тавровского, использование клинических алгоритмов снижает число врачебных ошибок в пять раз (не на пять процентов, а в пять раз) [18, p. 74].

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.

ВЫВОДЫ

1. Все виды медицинской литературы, в которых трактуются, разъясняются или описываются клинические алгоритмы, устарели и нуждаются в совершенствовании, а именно:
    - медицинские учебники, курсы лекций и учебные пособия;
    - медицинские руководства;
    - клинические рекомендации;
    - протоколы диагностики и лечения;
    - публикации в медицинских журналах и книгах.
2. Для построения клинической алгоритмической медицины необходим медицинский алгоритмический язык высокой точности.
3. Чтобы медицинский алгоритмический язык смог принести практическую пользу, нужно:
    - использовать высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов типа DrakonHub;
    - встроить язык ДРАКОН и рабочее место DrakonHub в систему медицинского образования.
4. Решающую роль в создании клинической алгоритмической медицины должно сыграть медицинское образование. Реформа должна охватывать как преддипломное, так и последипломное образование.
5. Чтобы облегчить умственные усилия студентов и врачей при изучении клинических алгоритмов и ускорить процесс обучения, необходимо отказаться от текстового представления алгоритмов и заменить его на графическое представление на медицинском языке ДРАКОН.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ 30

1. Какой облик примет медицина будущего?
2. Назовите десять целей клинической алгоритмической медицины.
3. Почему необходимо встроить язык ДРАКОН и рабочее место DrakonHub в систему медицинского образования?
4. Почему компьютерной программы DrakonHub нуждается в доработке, развитии и совершенствовании?
5. Назовите ожидаемые результаты использования улучшенной программы DrakonHub.
6. Почему при использовании дракон-алгоритмов трудности при принятии решения снижаются?
7. Расскажите про историю создания медицинского зыка ДРАКОН.
8. Как используется язык ДРАКОН в симуляционном обучении?
9. Какую роль могут сыграть медицинские журналы в распространении медицинского языка ДРАКОН?
10. Как выглядит формула Тавровского?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ 30

1. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.
2. В графическом конструкторе DrakonHub нарисуйте еще один пустой дракон-алгоритм по своему усмотрению. Пустые иконы заполните медицинскими надписями, чтобы получился осмысленный клинический алгоритм.

Заключение
КАКОЙ БУДЕТ МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО

МЕДИЦИНСКИЙ АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ЯЗЫК ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Клинические алгоритмы играют важную роль в медицине, однако форма их представления имеет серьезные дефекты, что порождает врачебные ошибки. Причина многих ошибок — чрезмерная сложность клинического мышления, вызванная ограниченными возможностями медицинского языка, несовершенством или отсутствием качественных клинических алгоритмов. Предпринимаемые сегодня меры по безопасности пациентов являются недостаточными, поскольку они не учитывают ошибки мышления врачей, вызванные процедурной и логической слабостью профессионального медицинского языка.

Процедурная слабость есть непригодность медицинского языка для точного описания сложных клинических алгоритмов. Логическая слабость означает непригодность языка для точного описания сложных логических выражений.

Медицинский алгоритмический язык высокой точности ДРАКОН позволяет устранить оба дефекта; он ликвидирует как процедурную, так и логическую слабость профессионального медицинского языка. Язык ДРАКОН дает возможность создавать клинические алгоритмы высокой точности, легкие для изучения медперсоналом и удобные для работы.

Проблема точности клинических алгоритмов является весьма актуальной. Доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН Г. В. Порядин справедливо отмечает: «Алгоритмическая неряшливость и некомпетентность, невозможность обеспечить необходимую точность, неумение выявить при диагностике все точки разветвления алгоритма, низкая культура производства медицинских алгоритмов… представляют собой болевую проблему современной медицины» [5].

Согласно обычному подходу, допускается сокращенное, сжатое, неполное описание клинических алгоритмов, при котором некоторые шаги алгоритма не полностью определены или даже пропущены. Правила языка ДРАКОН ликвидируют подобные упущения, они обеспечивают необходимую точность и тем самым устраняют серьезные системные дефекты в ныне существующей практике описания клинических алгоритмов.

ЭРГОНОМИКА МЕДИЦИНСКОГО ЯЗЫКА ДРАКОН

Благодаря эргономике язык ДРАКОН в максимальной степени отвечает потребностям врачей и облегчает их труд. Он обеспечивает удобство и комфорт при выполнении умственных действий, позволяет устранить чрезмерную сложность мышления, исключить умственное перенапряжение, стимулировать безошибочную работу.

В дракон-алгоритмах используется целый комплекс эргономических приемов, в том числе:

- наличие удобных ориентиров в виде специальных жирных вертикальных линий — шампуров, отделяющих благоприятные для пациента исходы от неблагоприятных;
- алгоритм разбивается на структурные части (ветки силуэта), имеющие «говорящие» медицинские названия, что облегчает чтение и анализ сложных алгоритмов.
- четкий порядок и удобные правила, облегчающие зрительное восприятие, понимание и постижение, организующие быстрое и комфортное клиническое мышление;
- удобный клинический чертеж, образующий наглядно-чувственную опору мышления;
- стройные чертежи, в которых запрещены изгибы, изломы и пересечения линий, а также обрывы и внутренние соединители;
- наглядное изображение алгоритмов по принципу: «одно начало, один конец», позволяющее упорядочить мысли, разложить их по полочкам.

Эргономика позволяет создать повышенный интеллектуальный комфорт, облегчить клиническое мышление, увеличить эффективность лечебно-диагностического процесса. С помощью эргономичного языка ДРАКОН студенты и врачи смогут легко и быстро, затратив минимум усилий, создавать и применять большие и сложные клинические алгоритмы.

Язык ДРАКОН позволяет одновременно осуществить и эргономизацию, и алгоритмизацию медицинской литературы и документации.

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Язык ДРАКОН предназначен для создания клинических алгоритмов нового поколения. Впервые достигнута высокая точность и эргономичность, которые являются отличительным признаком нового поколения.

Предполагается, что новое поколение алгоритмов позволит заметно облегчить труд врачей, сократить врачебные ошибки, повысить безопасность пациентов, ускорить приобретение процедурных медицинских знаний, улучшить медицинское образование.

РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА-РАЗРАБОТЧИКА КЛИНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

В эпоху цифровой медицины клинические алгоритмы должны разрабатываться с помощью компьютерной программы ДРАКОН-конструктор.

Подготовлено удобное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов под названием DrakonHub. Создаваемые и уже созданные алгоритмы подлежат хранению в базе данных.

Таким образом, рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов включает три позиции:

- программу ДРАКОН-конструктор DrakonHub;
- базу данных клинических алгоритмов DrakonHub;
- медицинский язык ДРАКОН.

Рабочее место DrakonHub круглосуточно 24/7 готово к работе на сайте https://drakonhub.com/ Им могут пользоваться все желающие для индивидуальной или групповой разработки клинических алгоритмов. Нетрудно убедиться, что процесс рисования (графической визуализации) алгоритмов происходит удобно, легко и с большой скоростью.

В настоящее время скорость зависит от компьютерной программы DrakonHub. Это экспериментальная программа, она нуждается в доработке, развитии и совершенствовании. Со временем она превратится в высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ

Особый интерес в данной книге представляет часть V, где даны примеры профессиональных клинических алгоритмов на языке ДРАКОН. Представлены результаты практического применения языка ДРАКОН к таким областям как респираторная терапия (проблема COVID-19), неврология и фтизиатрия:

- Респираторная терапия дыхательной недостаточности, ассоциированной с COVID-19 *(9 алгоритмов).*
- Персонализированная терапия эпилепсии препаратами вальпроевой кислоты *(1 алгоритм)*.
- Алгоритмы фтизиатрической службы *(10 алгоритмов).*

Всего разработано и показано 20 профессиональных клинических алгоритмов.

Язык ДРАКОН позволяет обеспечить наглядность даже для многостраничных алгоритмов. Например, алгоритм «Персонализированная терапия эпилепсии» занимает пять книжных страниц и тем не менее сохраняет наглядность и удобочитаемость.

Указанные примеры наглядно показывают, как алгоритм разбивается на ветки силуэта и как ветки получают «говорящие» медицинские названия, облегчающие анализ сложных алгоритмов.

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ЛОГИКА И НЕВИДИМАЯ МАТЕМАТИКА

Чтобы создавать клинические алгоритмы высокой точности, нужно уметь вычислять сложные логические выражения (логические формулы алгебры логики сложных высказываний).

В языке ДРАКОН применяется *визуальная* алгебра логики, подразумевающая полный отказ от текстовой записи логических выражений и формул.

Графика языка ДРАКОН полностью заменяет текстовые логико-математические выкладки, отображая логическую сущность проблемы визуальными средствами.

Вывод состоит в том, что — вместо утомительной работы с логико-математическими формулами и таблицами истинности — врачу достаточно запомнить два мнемонических образа (Мачта и Лестница) и соответствующие им наглядные фигуры: иконы Вопрос в нужных сочетаниях.

При этом логические операции «И», «ИЛИ», «НЕ» выполняются в полном объеме, но логические знаки «И», «ИЛИ», «НЕ» бесследно исчезают. Они реализуются с помощью графики и становятся невидимыми. Отсюда название «невидимая математика».

Метод невидимой математики работает непосредственно с медицинскими текстами и не требует преобразования их в абстрактную буквенную форму.

Невидимая математика позволяет полностью отказаться от логических математических формул, сложных логических функций, избавиться от любых знаков логических операций, улучшить понимание и сократить количество ошибок.

КЛИНИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И КОНЦЕПЦИЯ САМАРСКОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Важную роль играет понятие чувственной опоры клинического мышления. Чувственная опора облегчает умственную деятельность. Клинические алгоритмы на языке ДРАКОН наглядны; они являются наглядной чувственной опорой клинического мышления.

Преимущество графической визуализации алгоритмов и других наглядных средств состоит в том, что они значительно облегчают и активизируют процессы клинического мышления, дополняя левополушарную обработку данных правополушарными механизмами.

Эргономичные дракон-алгоритмы высокой точности, будучи чувственной опорой мышления, позволяют перейти от медленного заучивания сложного текста 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, симультанную форму её предъявления.

В учебнике Самарского медицинского университета «Поликлиническая терапия» разработана убедительная концепция клинического мышления, увязывающая клиническое мышление с алгоритмизацией и способностью принимать медицинские решения.

Самарская концепция является перспективной основой, которую необходимо усовершенствовать и дополнить, включив в ее состав медицинский алгоритмический язык ДРАКОН.

Мы почти полностью согласны с концепцией Самарского университета; надо лишь заменить устаревшие блок-схемы на перспективные дракон-схемы и указать, что речь идет об эргономичных алгоритмах высокой точности.

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.

Актуальное задачей медицинского образования является развитие клинического мышления врачей, которое должно превратиться в *алгоритмическое клиническое мышление высокой точности.*

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВСЕМИРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Предложения о *клинических алгоритмах высокой точности* целесообразно включить в рекомендации ВОЗ. Взяв за основу документ ВОЗ WHA72.6 пункт 2, подпункт (10) [138], можно предложить следующую формулировку и включить ее в постановляющую часть очередной Всемирной ассамблеи здравоохранения:

> «Сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения настоятельно призывает государства-члены ВОЗ способствовать использованию новых цифровых технологий в области здравоохранения, включая создание и расширение использования безопасной цифровой технологии для создания и применения клинических алгоритмов высокой точности, расширяющей возможности медицинской цифровой технологии DrakonHub, и поддерживать использование цифровых технологий для предоставления более безопасной медицинской помощи».

В МЕДИЦИНЕ НЕОБХОДИМЫ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Большинство клинических алгоритмов представлено в мировой медицинской литературе в виде текста на естественном (национальном) языке. Это недопустимо, потому что последний не пригоден для записи безошибочных алгоритмов. Применение профессионального медицинского языка для записи алгоритмов является некорректным, свидетельствует о недостаточной алгоритмической подготовке и подлежит исправлению.

Большая часть имеющихся алгоритмов не удовлетворяют требованию высокой точности. Они описывают лишь часть действий и решений врачей, а остальные опускают, что создает питательную среду для врачебных ошибок и негативно влияет на общественное здоровье.

Отсюда следует, что все виды медицинской литературы и медицинского образования, в которых трактуются, разъясняются или описываются клинические алгоритмы, устарели. Это означает, что в той или иной степени устарели и нуждаются в совершенствовании:

- медицинские учебники, курсы лекций и учебные пособия;
- медицинские руководства;
- клинические рекомендации;
- протоколы диагностики и лечения;
- публикации в медицинских журналах и книгах.

Суть в том, что устарело прежнее понимание и прежние способы записи клинических алгоритмов, поскольку они не обладают свойствами высокой точности и эргономичности.

Им на смену должны прийти безопасные эргономичные клинические алгоритмы высокой точности, написанные на языке ДРАКОН с помощью программы ДРАКОН-конструктор или ее аналогов.

Актуальной задачей является создание нового поколения медицинской литературы, опирающейся на принципы клинической алгоритмической медицины.

Язык ДРАКОН обладает большими возможностями. Но это всего лишь потенциальная возможность. Сам по себе язык – условие необходимое, но не достаточное. Чтобы язык смог принести заявленную пользу, нужно:

- использовать инновационные информационные технологии (ИТ) и высокопроизводительное рабочее место врача-разработчика клинических алгоритмов типа DrakonHub;
- встроить язык ДРАКОН и рабочее место DrakonHub или его аналоги в систему медицинского образования.

Традиционные формы представления клинических алгоритмов отжили свой век и должны сойти со сцены. Именно они несут ответственность за господствующую в медицинской профессии алгоритмическую неосведомленность и значительную часть врачебных ошибок.

ПЕРСПЕКТИВЫ КЛИНИЧЕСКОЙ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ

Можно предположить, что медицина будущего будет алгоритмической, т. е. значительно более точной, формальной и эргономичной. Построение клинической алгоритмической медицины является стратегической целью, которая распадается на несколько частных целей:

- принять медицинский язык ДРАКОН в качестве стандарта для качественного изображения клинических алгоритмов и предотвращения врачебных ошибок;
- включить указанный язык в систему медицинского образования;
- рекомендовать данный язык для представления клинических алгоритмов в медицинской литературе: в учебниках, руководствах, клинических рекомендациях, протоколах диагностики и лечения, книжных и журнальных публикациях;
- изменить методику преподавания медицинских дисциплин в медицинских учебных заведениях и системе непрерывного образования, опираясь на эргономичные клинические алгоритмы высокой точности.

Алгоритмизация — это перевод медицины на алгоритмический путь развития. Следуя по этому пути, клиническая медицина изменит свой облик и превратится в *клиническую алгоритмическую медицину.*

Нет сомнения, что клиническая алгоритмическая медицина позволит сократить число врачебных ошибок в лечебно-профилактических учреждениях, повысить безопасность пациентов, улучшить качество здравоохранения и показатели здоровья населения.

Как связаться с авторами?

Электронная почта: vdp2007@bk.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Nadisauskiene R., Pukenyte E., Bardauskiene L., Vileikyte A., Dobozinskas P., Kumpaitiene B., Vaitkaitis D., Krikscionaitiene A. “Drakon” Algorithmic Language in Medical Care // J Gynecology and Women’s Health. April 2017. Volume 4. Issue 3. —, https://bit.ly/3GuV9iF.

[2] 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. – http://nap.edu/9728.

[3] Медицина в афоризмах и крылатых выражениях от истоков до наших дней. / Ачкасов Е. Е., Мискарян И. А., – М.: «Профиль-2С», 2009. – 448 с. – С. 198.

[4] Гусев С. Д. Алгоритмы и блок-схемы в здравоохранении и медицине: учеб. пособие. – Красноярск: КрасГМУ, 2018. — 122 с. — https://bit.ly/2Vr4eT8.

[5] Порядин Г.В. Предисловие. Перспективы развития медицины и медицинского образования // Паронджанов В.Д. Почему врачи убивают и калечат пациентов, или Зачем врачу блок-схемы алгоритмов? — М.: ДМК Пресс, 2017. — 340 с. — С. 16-20.

[6] Поликлиническая терапия. Учебник. Под ред. И. Л. Давыдкина, Ю. В. Щукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 688 с.

[7] 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.

[8] When your child is ill. Dr. Bernard Valman. Third edition. – Publisher: Dorling Kindersley Publishers, Ltd. London. 2008. – 216 p.

[9] Алгоритмы диагностики и лечения в хирургии / Мак-Интайр Р. Б., Стигманн Г. В., Айсман Б. Перевод с англ. под ред. акад. В. Д. Федорова, член-корр. В. А. Кубышкина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 744 с.

[10] 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.

[11] Цыбулькин Э. К. Неотложная педиатрия. Алгоритмы диагностики и лечения. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 160 с.

[12] Вялов С.С. Противомикробная терапия: алгоритмы выбора. Практическое руководство. 5-е изд., исправ. и доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2015. – 224 с.

[13] Румянцева С. А., Ступин В. А., Афанасьева В. В., Силина Е. В. Алгоритмы и схемы терапии заболеваний, часто встречающихся в терапевти-ческой практике. (Краткое практическое рук-во для врачей разных специ-альностей). – М.-СПб.: Мед. книга, 2012. – 432 с.

[14] Письмо Минздрава от Коробко И. В. — https://bit.ly/3Hemutx.

[15] Тренды развития медицинской науки: мир, Россия, Москва. Аналитический доклад / Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов, Л. А. Елагина и др. – М.: НИИОЗММ ДЗМ, 2021. – 168 с. – https://bit.ly/3FhfoAD.

[16] Пароджанов, В. Д. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН \ учебное пособие для вузов. — М.: Юрайт, 2021. — 436 с.

[17] Пароджанов, В. Д. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН \ учебное пособие для СПО. — М.: Юрайт, 2021. — 437 с.

[18] Тавровский В. М. Лечебно-диагностический процесс. Теория. Алгоритмы. Автоматизация. – Тюмень: СофтДизайн, 1997. – 320 с.

[19] Пароджанов В. Д. Учись писать, читать и понимать алгоритмы. Алгоритмы для правильного мышления. Основы алгоритмизации. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 520 с.

[20] ДРАКОН // Википедия. [2021]. https://bit.ly/3C5q2ZN (дата обращения: 01.08.2021).

[21] Утвержден приказом Минздрава РФ от 15 ноября 2012 г. N 928н. Приводится в сокращении.

[22] Утвержден приказом Минздравсоцразвития РФ от 5 октября 2005 г. № 617..

[23] По материалам сайта http://tvoyapechenka.ru/gepatit-c-kak-peredaetsya/.

[24] Н.В. Романкова, Т.Э. Глебова, А.И. Лебеденко, ГОУ ВПО «МГМСУ». – http://bone-surgery.ru/view/algoritm_vosstanovleniya_depulpirovannogo_zuba/.

[25] Практическое руководство для врачей общей (семейной) практики / Под ред. академика РАМН И.Н. Денисова. — М.: Геотар-Мед, 2001. – С. 501–504.

[26] Начальная неотложная акушерская помощь. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 204 с. — С. 190.

[27] Начальная неотложная акушерская 2012. — С. 178.

[28] Начальная неотложная акушерская 2012. — С. 179.

[29] ГОСТ Р 52623.3 – 2015. Технологии выполнения простых медицинских услуг. Манипуляции сестринского ухода..

[30] Письмо Минздрава РФ от 3 марта 2016 г. N 17-6/10/2-1233. Приводится в сокращении.

[31] Пароңджанов В. Д. Как улучшить работу ума (новые средства для образного представления знаний, развития интеллекта и взаимопонимания). — М.: Радио и связь, 1998, 1999. — 352 с.

[32] Пароңджанов В. Д. Как улучшить работу ума. Алгоритмы без программистов — это очень просто. — М.: Дело, 2001. — 360 с.

[33] Пароңджанов В.Д. Алгоритмы и жизнеритмы на языке ДРАКОН. Разработка алгоритмов. Безошибочные алгоритмы. — М., 2020. — 376 с. — https://bit.ly/30bJZjB.

[34] Гиппократ. Избранные книги. Перевод с греч. проф. В. И. Руднева. – М.: Биомедгиз, 1936. – 736 с.

[35] 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.

[36] Чугров С. В. Научная статья: плод творчества, ремесла или озарения? // Полис. Политические исследования. – 2015. № 3. – С. 174.

[37] 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.

[38] 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.

[39] Как писать курсовую работу по истории древнего мира. Учебно-методическое пособие для вузов. Составитель Н. П. Писаревский. – Воронеж: Воронежский гос. университет, 2007. – 15 с.

[40] Клаус Мозер. Психология маркетинга и рекламы / Пер. с немецкого. – Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2004. – 380 с. – С. 278.

[41] Ridpath J. R., Greene S. M., Wiese C. J. PRISM [Program for Readability in Science & Medicine] Readability Toolkit. 3rd ed. – Seattle: Group Health Research Institute, 2009. – 81 p. – P. 8, — https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/ghchs_readability_toolkit.pdf.

[42] «Фармацевтические ведомости», 2008, № 6/7. Приводится в сокращении..

[43] Специализированная реанимация новорожденного. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 396 с. – С. 282.

[44] Специализированная реанимация новорожденного. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 396 с.

[45] Письмо Минздрава РФ от 3 марта 2016 г. N 17-6/10/2-1233. Приводится в сокращении.

[46] WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. — https://covid19.who.int/.

[47] Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции COVID-19». Версия 14. — 27.12.2021.

[48] Методические рекомендации Федерации анестезиологов и реаниматологов «Анестезиолого-реанимационное обеспечение пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19». Версия 6. — 02.12.2021.

[49] Методические рекомендации Федерации анестезиологов и реаниматологов «Применение неинвазивной вентиляции легких». — 03.04.2020.

[50] Клинические рекомендации Федерации анестезиологов и реаниматологов «Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс-синдрома». — 30.03.2020.

[51] Пароджанов В. Д. 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.

[52] Власенко А.В., Голубев А.М., Мороз В.Н. и др. Патогенез и дифференциальная диагностика острого респираторного дистресс-синдрома, обусловленного прямыми и непрямыми этиологическими факторами. Общая реаниматология. 2011;№ VIII (3): с. 5–13.

[53] Gattinoni L., Pelosi P., Suter P.M. et al. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease: Different syndromes? Am J Respir Crit Care Med. 1998;№ 158 (1): 3–11.

[54] Goodman L.R., Fumagalli R., Tagliabue P. et al. Adult Respiratory Distress Syndrome Due to Pulmonary and Extrapulmonary Causes: CT, Clinical, and Functional Correlations1. Radiology. 1999; № 213 (2): 545–552.

[55] Власенко А.В., Голубев А.М., Мороз В.В. et al. Дифференцированное лечение острого респираторного дистресс-синдрома. Общая реаниматология. 2011; № VII (4): 5–14.

[56] Vieira S.R.R., Puybasset L., Lu Q. et al. A scanographic assessment of pulmonary morphology in acute lung injury: Significance of the lower inflection point detected on the lung pressure- volume curve. Am J Respir Crit Care Med. 1999;, № 159 (5 I):1612–1623.

[57] Храпов К.Н. Респираторная поддержка при тяжелой пневмонии : диссертация ... д-ра мед. наук : 14.01.20 / С-Пб. 2011.

[58] Власенко А.В., Мороз В.В., Яковлев В.Н. и др. Выбор способа оптимизации ПДКВ у больных с острым респираторным дистресс-синдромом. Общая реаниматология. FSBI SRIGR RAMS; 2012; № VIII (1): 13–21].

[59] Goodman L.R., Fumagalli R., Tagliabue P. et al. Adult Respiratory Distress Syndrome Due to Pulmonary and Extrapulmonary Causes: CT, Clinical, and Functional Correlations1. Radiology. 1999; № 213 (2): 545–552.

[60] Borges J.B., Okamoto V.N., Matos G.F.J. et al. Reversibility of lung collapse and hypoxemia in early acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 2006; № 174 (3): 268–278.

[61] Malbrain M.L.N.G., Chiumello D., Pelosi P. et al. Incidence and prognosis of intraabdominal hypertension in a mixed population of critically ill patients: a multiple-center epidemiological study. Crit Care Med. 2005; № 33 (2): 315–322.

[62] Mutoh T., Lamm W.J., Embree L.J. et al. Volume infusion produces abdominal distension, lung compression, and chest wall stiffening in pigs. J Appl Physiol. 1992; № 72 (2): 575–582.

[63] Malbrain M.L.N.G.N.G., Chiumello D., Pelosi P. et al. Prevalence of intra-abdominal hypertension in critically ill patients: A multicentre epidemiological study. Intensive Care Med. 2004; № 30 (5): 822–829.

[64] Ярошецкий А.И., Проценко Д.Н., Ларин Е.С. и др. Роль оценки статической петли «давление-объем» в дифференциальной диагностике и оптимизации параметров респираторной поддержки при паренхиматозной дыхательной недостаточности. Анестезиология и реаниматология, 2014; (2): с. 21–26.

[65] Amato M.B.P., Meade M.O., Slutsky A.S. et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. Massachusetts Medical Society ; 2015; № 372 (8): 747–755.

[66] Putensen C., Mutz N.J., Putensen-Himmer G. et al. Spontaneous breathing during ventilatory support improves ventilation-perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 1999;, № 159 (4 Pt 1): 1241–1248.

[67] Putensen C., Muders T., Varelmann D. et al. The impact of spontaneous breathing during mechanical ventilation. Curr Opin Crit Care. Lippincott Williams and Wilkins; 2006; № 12 (1): 13–18.

[68] Chatburn R.L., editor. Fundamentals of Mechanical Ventilation: A Short Course on the Theory and Application of Mechanical Ventilators. 1st ed. Cleveland Ohio: Mandu Press Ltd.; 2003.

[69] Jung B., Nougaret S., Conseil M. et al. Sepsis is associated with a preferential diaphragmatic atrophy: A critically ill patient study using tridimensional computed tomography. Anesthesiology. Lippincott Williams and Wilkins; 2014; № 120 (5): 1182–1191.

[70] Demoule A., Jung B., Prodanovic H. et al. Diaphragm dysfunction on admission to the intensive care unit: Prevalence, risk factors, and prognostic impact - A prospective study. Am J Respir Crit Care Med. 2013; № 188 (2): 213–219.

[71] Jaber S., Petrof B.J., Jung B. et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. Am J Respir Crit Care Med. 2011; № 183 (3): 364–371.

[72] Hudson M.B., Smuder A.J., Nelson W.B. et al. Both high level pressure support ventilation and controlled mechanical ventilation induce diaphragm dysfunction and atrophy. Crit Care Med. NIH Public Access; 2012; № 40 (4): 1254–1260.

[73] Xirouchaki N., Kondili E., Vaporidi K. et al. Proportional assist ventilation with load-adjustable gain factors in critically ill patients: Comparison with pressure support. Intensive Care Med. 2008; № 34 (11): 2026–2034.

[74] Kondili E., Prinianakis G., Alexopoulou C. et al. Respiratory load compensation during mechanical ventilation - Proportional assist ventilation with load-adjustable gain factors versus pressure support. Intensive Care Med. 2006; № 32 (5): 692–699.

[75] Sassoon C.S.H. Triggering of the ventilator in patient-ventilator interactions. Respir Care. 2011;№ 56 (1):39–48.

[76] Mekontso Dessap A., Boissier F., Charron C. et al. Acute cor pulmonale during protective ventilation for acute respiratory distress syndrome: prevalence, predictors, and clinical impact. Intensive Care Med. 2016; № 42 (5): 862–870.

[77] Davies A.R., Jones D., Bailey M. et al. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A(H1N1) acute respiratory distress syndrome. JAMA - J Am Med Assoc. 2009; № 302 (17):1888–1895.

[78] Patroniti N., Zangrillo A., Pappalardo F. et al. The Italian ECMO network experience during the 2009 influenza A(H1N1) pandemic: Preparation for severe respiratory emergency outbreaks. Intensive Care Med. 2011; № 37 (9): 1447–1457.

[79] Острый респираторный дистресс-синдром. Практическое руководство. Под ред.: Гельфанд Б.Р., Кассиль В.Л. Москва: Литтерра; 2007, 232 с.

[80] Интенсивная терапия. Национальное руководство. Том 1. Под ред.: Гельфанд Б.Р., Салтанов А.И., М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. 784 с.

[81] Schmidt G.A., Girard T.D., Kress J.P. et al. Official executive summary of an American Thoracic Society/American College of Chest Physicians clinical practice guideline: Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults., Am J Respir Crit Care Med. American Thoracic Society; 2017; № 195 (1): 115–119.

[82] Girard T.D., Alhazzani W., Kress J.P. et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline:

Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults rehabilitation protocols, ventilator, liberation protocols, and cuff leak tests. Am J Respir Crit Care Med. American Thoracic Society; 2017; № 195 (1): 120–133.

[83] Ouellette D.R., Patel S., Girard T.D. et al. Liberation From Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults: An Official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Inspiratory Pressure Augmentation During, Spontaneous Breathing Trials, Protocols Minimizing Sedation, and Noninvasive Ventilation Immediately After Extubation. Chest. Elsevier Inc; 2017; № 151 (1): 166–180.

[84] Mireles-Cabodevila E., Hatipoğlu U., Chatburn R.L. A rational framework for selecting modes of ventilation. Respir Care. American Association for Respiratory Care; 2013; № 58 (2): 348–366.

[85] Николаенко Э.М. Управление функцией легких в ранний период после протезирования клапанов сердца : автореферат дисс. ... доктора медицинских наук : 14.00.41; 14.00.37 / НИИ трансплантологии и искусств. органов. М. 1989.

[86] Jaber S., Jung B., Matecki S. et al. Clinical review: Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction - human studies confirm animal model findings! Crit. Care. BioMed Central; 2011. p. 206.

[87] Protti A., Andreis D.T., Iapichino G.E. et al. Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. N Engl J Med. BioMed Central; 2000; № 342 (18): 1301–1308.

[88] Subirà C., Hernández G., Vázquez A. et al. Effect of pressure support vs T-piece ventilation strategies during spontaneous breathing trials on successful extubation among patients receiving mechanical ventilation: A randomized clinical trial. JAMA -, J Am Med Assoc. American Medical Association; 2019; № 321 (22): 2175–2182.

[89] Бочанова Е.Н., Гусев С.Д., Дмитренко Д.В., Шнайдер Н.А., Насырова Р.Ф. Алгоритм персонализированного назначения препаратов вальпроевой кислоты для терапии эпилепсии // Доктор.Ру. 2019. № 6 (161). С. 6–11.

[90] Карлов В. А. Эпилепсия у детей и взрослых, женщин и мужчин. Руководство для врачей. Москва: Изд-во «Бином», 2019. — 896 с.

[91] Эпилепсия. Основные факты // Всемирная организация здравоохранения. 9 февраля 2022 г. — https://bit.ly/3KPKoJM.

[92] Пылаева О.А., Мухин К.Ю. Актуальные вопросы безопасности и переносимости антиэпилептической терапии: акцент на применение препаратов вальпроевой кислоты (обзор литературы) // Русский журнал детской неврологии 2019;14(3). – С. 37–58.

[93] Дроков А.П., Липатова Л.В., Шнайдер Н.А., Насырова Р.Ф. Фармакогенетические маркеры нарушений метаболизма вальпроевой кислотой. Журнал неврологии и психиатрии имени С.С. Корсакова. — 2018. 118 (10). — С. 82-89.

[94] Клиническая психофармакогенетика. Под редакцией Р.Ф. Насыровой, Н.Г. Незнанова — СПб: Изд. ДЕАН, 2019. — 405 с.

[95] Насырова Р.Ф., Добродеева В.С., Скопин Д.С., Шнайдер Н.А., Незнанов Н.Г. Проблемы и перспективы фармакогенетического тестирования в реальной клинической практике в Российской Федерации. — Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. — 2020. №3. —С. 6–8.

[96] Туберкулез // Всемирная организация здравоохранения. ОЗ. 14 октября 2020 г. — https://bit.ly/3MBF920.

[97] Лозовская М.Э., Васильева Е.Б., Клочкова Л.В., Яровая Ю.А., Степанов Г.А. Новый вектор в преподавании фтизиатрии студентам-педиатрам // Туберкулёз и болезни лёгких, 2019. — Т. 97. № 5. — С. 73–74.

[98] Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 4 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 "Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней".

[99] Приказ Минздрава РФ от 21.03.2017 N 124н. «Об утверждении порядка и сроков проведения профилактических медицинских осмотров граждан в целях выявления туберкулеза».

[100] Клинические рекомендации "Выявление и диагностика туберкулеза у детей, поступающих и обучающихся в образовательных организациях", Российское общество фтизиатров, 2021 г.

[101] Клинические рекомендации "Латентная туберкулезная инфекция (ЛТИ) у детей" в стадии утверждения, Российское общество фтизиатров, 2021г..

[102] Приказ Министерства здравоохранения РФ от 29 декабря 2014 г. № 951 “Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания”.

[103] Клинические рекомендации «Туберкулёз у детей», Российское общество фтизиатров, 2020г..

[104] Федеральные клинические рекомендации по вакцинопрофилактике туберкулеза у детей, Российское общество фтизиатров, 2015г..

[105] СанПиН 3.3686-21, пункт 799.

[106] СанПиН 3.3686-21, пункт 802.

[107] СанПиН 3.3686-21, пункт 817.

[108] СанПиН 3.3686-21, пункт 825.

[109] Портнов А.А. Лечение тяжёлого сепсиса и септического шока. — https://bit.ly/33Y9CDq.

[110] Федотова О.Г. Алгоритмы выполнения манипуляций: учебное пособие. – Кисловодск, 2015.

[111] Румянцева С. А., Ступин В. А. и др. Алгоритмы и схемы терапии заболеваний, часто встречающихся в терапевтической практике. (Краткое практическое руководство для врачей разных специальностей). – М.-СПб.: Медицинская книга, 2012. – 432 с. – С. 244.

[112] Травма. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы. – 2012. – 440 с. – С. 403.

[113] De Morgan's laws // Wikipedia [2002 – 2022]. — https://en.wikipedia.org/wiki/De_Morgan%27s_laws.

[114] Пароджанов В. Д. Дружелюбные алгоритмы, понятные каждому. Как улучшить работу ума без лишних хлопот. — М.: ДМК-пресс, 2010, 2014, 2016. — 464 с.

[115] 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.

[116] Ваш семейный доктор. Домашний советчик. / Перевод с англ. / Предисловие А. И. Воробьева, И. Е. Шкловского. – М.: Мир, 1992. – 319 с.

[117] BMA. When Your Child is Ill: A Home Guide for Parents (BMA Family Doctor) by Bernard Valman (Author). — Publisher: Dorling Kindersley. Third Edition. 2008. — 216p.

[118] 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.

[119] MediaWiki // Wikipedia [2003 — 2016]. — https://en.wikipedia.org/wiki/MediaWiki.

[120] Web page // Wikipedia [2001 – 2016] — https://en.wikipedia.org/wiki/Web_page.

[121] Мир врача. Профессиональный портал. — https://mirvracha.ru/portal/index.

[122] International Classification of Diseases (ICD). — World Health Organization. — http://www.who.int/classifications/icd/en/.

[123] Ратнер Г. Л. Советы молодому хирургу. / Предисловие акад. Е. Вагнера. — Самара: Дом печати, 1991. — 252 с. — Раздел «Характер. Талант. Профессия». — С. 20.

[124] Определение понятия «сертификация» на сайте Всероссийского научно-исследовательского института сертификации (ОАО ВНИИС). — http://www.vniis.ru/certification.

[125] 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.

[126] Medical errors // Wikipedia. [2004–2022]. — https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_error.

[127] About the National Academy of Medicine. — https://nam.edu/about-the-nam/.

[128] 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.

[129] Dzau Victor J. A Call to Action // 2nd Global Ministerial Summit – A Global Movement on Patient Safety. 29-30 March 2017, Bonn, Germany — https://bit.ly/2NUgYBW.

[130] 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. – 472 p. — http://nap.edu/21794.

[131] Автандилов Г. Г., Зайратьянц О. В., Кактурский Л. В. Оформление диагноза. Учебное пособие. – М.: Медицина, 2004. – 304 с. – С. 19.

[132] Crossing the Quality Chasm: a New Health System for the 21st Century. — Committee on Quality Health Care in America, Institute of Medicine. 2001. — xxi + 337p. — 364 p. —, ISBN: 0-309-51193-3 — http://nap.edu/10027.

[133] 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 .

[134] National Academy of Medicine // Wikipedia, 2022 — https://bit.ly/3itz9Lw.

[135] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine // Wikipedia, 2022. — https://bit.ly/3D51mBI.

[136] National Academies Press // Wikipedia [2005–2022]. — https://en.wikipedia.org/wiki/National_Academies_Press.

[137] Безопасность пациентов. Основные факты. 14 сентября 2019 г. — https://bit.ly/3JEob1M.

[138] Глобальные действия по обеспечению безопасности пациентов // Семьдесят вторая сессия Всемирной ассамблеи здравоохранения, Пункт 12.5 повестки дня. WHA72.6 — 28 мая 2019 г. — https://bit.ly/3quxZ6Z.

[139] Алиев Т. М., Вигдоров Д. И., Кривошеев В. П. Системы отображения информации. – М.: Высшая школа, 1988. – 223 с.

[140] Венда В. Ф. Средства отображения информации. Эргономические исследования и художественное конструирование. – М.: Энергия, 1969. – 303 с.

[141] Венда В. Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации. – М.: Машиностроение, 1982. – 344 с.

[142] Man-Machine Interface in Nuclear Industry. Conference Proceedings. Tokyo, 15–19 Febr. 1988. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 1988.

[143] 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.

[144] Человеческий фактор: В 6 томах. – М.: Мир, 1991, 1992.

[145] Венда В. Предисловие к русскому изданию. // Боумен У. Графическое представление информации. – М.: Мир, 1971. – 225 с. – С. 5–14.

[146] 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.

[147] 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 .

[148] Медицина в афоризмах и крылатых выражениях от истоков до наших дней. / Ачкасов Е. Е., Мискарян И. А., – М.: «Профиль-2С», 2009. – 448с. – С. 198.

[149] Паронджанов В.Д., Митькин С.Б. Медицинский алгоритмический язык ДРАКОН и программа ДРАКОН-конструктор для создания и применения клинических алгоритмов // Виртуальные технологии в медицине. — № 1 (31) 2022. — С. 32-44.

[150] Абаев, Ю. К. Клиническое мышление: учеб.-метод. пособие. – Минск : БГМУ, 2008. – 60 с. — С. 25, 27.

[151] Кузьминов О.М., Пшеничных Л.А., Крупенькина Л.А. Формирование клинического мышления и. современные информационные технологии в образовании. — Белгород: НИУ «БелГУ», 2012. — 100 с. — С. 11.

[152] Ягода А. В. Руководство по клиническому мышлению для начинающих – Ставрополь: Изд-во СтГМУ, 2017. – 261 с.

[153] Волкова Н.И., Славный П.П. Клиническое мышление и врачебная деятельность. // Медицинский вестник Юга России. 2015;(2):54-57. https://doi.org/10.21886/2219-8075-2015-2-54-57.

[154] Петров В.И. Клиническое мышление и доказательная медицина // Медицинское образование и профессиональное развитие. — №1 (7) 2012. — С. 18.

[155] Цит. по: Гончаров Н. К. Наглядность как дидактический прием // Сов. педагогика, 1937, № 5-6. — С. 54.

[156] Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. / Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: Наука, 1991. — 192 с.

[157] Зенкин А. А. Когнитивная компьютерная графика и научное творчество // Будущее искусственного интеллекта. — М.: Наука, 1991. — 302 с. — С. 271.

[158] Гомоюнов К.К. Совершенствование преподавания технических дисциплин. Методологические аспекты анализа учебных текстов. — Л.: Изд.-во Ленинград. ун-та, 1983. — 206 с. — С. 52.

[159] Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д., Охлопков В.А., Элиава Ш.Ш., Яковлев С.Б. Клиническое мышление нейрохирурга // Вопросы нейрохирургии 6, 2014. — С. 68-78.

[160] Четина В.В. Проблема чувственного и рационального в познании в отечественной и зарубежной психологии // Актуальные вопросы современной педагогической науки: мат-лы II Межд. заочн. науч.-практ. конф. 24 апр. 2010 г. / Отв. ред. М.В. Волкова –, Чебоксары: НИИ педагогики и психологии, 2010. – 312 с. – С. 271-276.

[161] Козлов И. И. Визуальное мышление: эпистемологические и эстетические смыслы // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата философских наук. — М.: МПГУ, 2001. — 20 с. — С. 3.

[162] Буйлова, Л. В. Практическое применение инженерной и компьютерной графики // Инновационные процессы в современном образовании: от идеи до практики. Мат-лы I межд. науч.-практ. конф. Ярославль, 25–26 февр. 2021. – Ярославль: Цифровая типография, 2021. –, С. 174-179.

[163] Поликлиническая терапия. Учебник. / под ред. И. Л. Давыдкина, Ю. В. Щукина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 688 с.

[164] Коновалова Н. Г., Куртигешева А. А., Урбанский А. С. Диагностические алгоритмы в контроле клинических умений у студентов медицинского колледжа. // Вестник Кузбасской гос. педагогической академии. 1 (15), янв. 2012. – http://vestnik.kuzspa.ru/articles/66/.

[165] Людвиг Витгенштейн. Человек и мыслитель. / Перевод с англ. / Составление и заключит. статья В. П. Руднева. – М.: Прогресс, Культура, 1993. – 352с. – С. 104.

[166] 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.

[167] Витгенштейн 1994. – С. 428.

[168] World Medical Association. Declaration of Geneva. – http://www.wma.net/en/30publications/10policies/g1/.

[169] Шестопалова Т. Н., Гололобова Т. В. Проблемы обеспечения качества, доступности и безопасности медицинской деятельности // Дезинфекционное дело. 2018. N 2. — С. 5–12. — http://elib.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=370642.

[170] Keeping patients safe: transforming the work environment of nurses / Ann Page, editor. The National Academies Press. Institute of Medicine. 2004. — 484 p. — http://nap.edu/10851.

[171] Computational Technology for Effective Health Care. Immediate Steps and Strategic Directions. W.W. Stead and H.S. Lin, Eds. —The National Academies Press. Institute of Medicine. 2009. — 120 p. — http://nap.edu/12572.

[172] Health IT and Patient Safety: Building Safer Systems for Better Care. — The National Academies Press. Institute of Medicine. 2012. — 234 pp. — http://nap.edu/13269.

[173] Crossing the global quality chasm: Improving health care worldwide \ Committee on Improving the Quality of Health Care Globally; Board on Global Health; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2018. — 346 p. — http://nap.edu/25152.

[174] World Health Organization. 10 facts on patient safety. Updated March 2018. — http://www.who.int/features/factfiles/patient_safety/en/.

[175] Informing the Future: Critical Issues in Health, Sixth Edition. — Washington, DC: The National Academies Press. Institute of Medicine. 2011. — 202 p. — http://nap.edu/13180.

[176] Паронджанов В. Д. Алгоритмы и жизнеритмы на языке ДРАКОН. Разработка алгоритмов. Безошибочные алгоритмы. — М., 2020. — 376 с. — Часть 8.

[177] Паронджанов В. Д. Алгоритмические языки и программирование: ДРАКОН : учебное пособие для вузов. — Москва: Юрайт, 2021. — 436 с. — Часть 8.

[178] 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.

[179] Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать: научное обоснование «Стратегии развития здравоохранения РФ до 2020 года». – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 589 с.

[180] Морозов В. В. и др. Система управления межорбитального космического буксира «Фрегат» // Вестник ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина», 2014.— № 1. — С. 16–25. — https://bit.ly/3cW2GvM.

[181] Пароджанов В. Д. Визуальный алгоритмический язык ДРАКОН в ракетной технике и медицине // Современные автоматизированные системы управления реального времени как прикладное развитие научных достижений кибернетики. — 3 ЦНИИ МО РФ, 2016. — 218 с. — С. 57–78, . — https://bit.ly/2yN4DsM.

[182] Начальная неотложная акушерская помощь. Учебник. / Под ред. Р. Й. Надишаускене. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 204 с.

[183] Неотложная медицинская помощь. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 265 с.

[184] Травма. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы. – 2012. – 440 с.

[185] Nadisauskiene R., Pukenyte E., Bardauskiene L., Vileikyte A., Dobozinskas P., Kumpaitiene B., Vaitkaitis D., Krikscionaitiene A. “Drakon” Algorithmic Language in Medical Care // J Gynecology and Women’s Health. — April 2017. — Vol. 4. Issue 3. —, https://drakon.su/_media/ruta_drakon.pd.

[186] Vileikytė A., Nadišauskienė R. J. et al. Algoritminės „Drakon“ kalbos pritaikymas medicinoje // Lietuvos akušerija ir ginekologija 2014 rugsėjis, tomas XVII, Nr. 3. – C. 192–196.

[187] Kudreviciene A., et al. Initial neonatal resuscitation: skill retention after the implementation of the novel 24/7 HybridLab® learning system // Journal of maternal-fetal & neonatal medicine. — V. 32. — 2019 — Issue 8. — Published Online: 22 Nov. 2017.

[188] Urbutė A., Paulionytė M., et al. Perceived changes in knowledge and confidence of doctors and midwives after the completion of the Standardized Trainings in Obstetrical Emergencies // Medicina. — 2017. — Vol. 53. — Issue 6. — Pp. 403–409. — https://bit.ly.

[189] Воронин Н. Космический ДРАКОН. Как заброшенный проект Роскосмоса подарил язык литовской медицине. — 5 августа 2019. — https://bbc.in/2TWE5N6.

[190] Заключение Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненной группе профессий, специальностей и направлений подготовки 31.00.00 "Клиническая медицина". — https://drakon.su/_media/otvet_iz_minzdrava.pdf.

[191] Неотложная медицинская помощь. Учебник. / Под ред. Д. Вайткайтиса. – Литва: Центр исследования кризисов, Университет наук здоровья Литвы, 2012. – 265 с. – С. 137.

[192] Поликлиническая терапия: учебник / под ред. И.Л. Давыдкина, Ю.В. Щукина.. – М. : ГЕОТАР-Медиа, 2013. – с. 146..

СПИСОК АВТОРОВ

Сморкалов Андрей Юрьевич, кандидат медицинских наук, доцент, врач анестезиолог-реаниматолог высшей категории. Место работы: [Системный интегратор обучения в медицине] ООО Синтомед, город Москва, преподаватель, специалист по симуляционному обучению.

Бочанова Елена Николаевна, доктор медицинских наук, доцент кафедры фармакологии и фармацевтического консультирования Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого.

Гусев Сергей Дмитриевич, кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской кибернетики и информатики Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого.

Дмитренко Диана Викторовна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской генетики и клинической нейрофизиологии Института последипломного образования Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого.

Шнайдер Наталья Алексеевна — доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения персонализированной психиатрии и неврологии Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и неврологии имени. В. М. Бехтерева.

Насырова Регина Фаритовна — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, руководитель отделения персонализированной психиатрии и неврологии Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и неврологии имени. В. М. Бехтерева.

Лозовская Марина Эдуардовна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой фтизиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета.

Малышева Анастасия Юрьевна, клинический ординатор кафедры фтизиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета.

Бармин Дмитрий Борисович, клинический ординатор кафедры фтизиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета.

Васильева Елена Борисовна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры фтизиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета.

Пароджанов Владимир Даниелович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Научно-производственного центра автоматики и приборостроения имени академика Н. А. Пилюгина.

Митькин Степан Борисович, разработчик программного обеспечения медицинского алгоритмического языка ДРАКОН. Место работы: ProsessPilotene AS, Asker, Norway.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АлАТ — аланинаминотрансфераза (фермент, который в наибольшем количестве вырабатывается в печени и в меньшем — в почках, поджелудочной железе, миокарде и в скелетных мышцах)
АсАт — аспартатаминотрансфераза (молекула белка, которая образуется в клетках тканей и способствует активизации биохимических процессов в организме)
АТР — аллерген туберкулезный рекомбинантный
БЦЖ — вакцина для активной специфической профилактики туберкулёза, приготовленная из вакцинного штамма ослабленной микобактерии бычьего типа (Бацилла Кальметта – Герена)
БЦЖ-М— вакцина туберкулезная для щадящей первичной иммунизации
ВДП — воздушно-дыхательные пути
ВИЧ — вирус иммунодефици́та человека
ВК — вальпроевая кислота
ВПО — высокопоточная оксигенотерапия
ГГТ — гамма-глутамилтранспептидаза (фермент клеток печени, поджелудочной железы и желчевыводящих путей)
ДНК — дезоксирибонуклеи́новая кислота́ — макромолекула, обеспечивающая хранение, передачу из поколения в поколение генетической программы живых организмов
ДО — дыхательный объем
ДРАКОН — дружелюбный русский алгоритмический язык, который обеспечивает наглядность
ИВЛ — искусственной вентиляции легких
ИМТ — идеальная масса тела
КТ — компьютерная томография
КУМ — кислотоустойчивые микобактерии
МЛУ — множественная лекарственная устойчивость к микобактериям туберкулеза
МОВ — минутный объем вентиляции
МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография
НИВЛ — неинвазивная искусственная вентиляция легких
НКИ — новая коронавирусная инфекция
ОДН — острая дыхательная недостаточность
ОНВ — однонуклеотидный вариант (отличие последовательности ДНК размером в один нуклеотид в гене)
ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром
ПДКВ — положительного давление конца выдоха
ППД-Л — очищенный туберкулин в стандартном разведении Линниковой
РКИ — рандомизированное контролируемое исследование
САД — систолическое артериальное давление

СП — скорость потока
УДХК — урсодезоксихолевая кислота
ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь лёгких
ХСН — хроническая сердечная недостаточность
ШЛУ — широкая лекарственная устойчивость
ЧД — частота дыхания
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЦВД — центральное венозное давление
ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация

ASV — adaptive support ventilation (адаптивная поддерживающая вентиляция)
BIPAP — biphasic positive airway pressure (вентиляция легких с двумя уровнями давления)
E — этамбутол (противотуберкулезный препарат)
EPAP — expiratory positive airway pressure
H — изониазид (противотуберкулезный препарат)
IPAP — inspiratory positive airway pressure
С-паттерн— очаги консолидации легочной ткани
CFP-10— рекомбинантные полноразмерные белки используются для проведения интерферонового теста вместо пептидных белков
CMV — controlled mechanical ventilation
COVID — corona virus disease
CPAP — continuous positive airway pressure
Cstat — статическая податливость респираторной системы
DP — движущее давление (Pplat – PEEP)
FiO_2 — фракция кислорода во вдыхаемой воздушной смеси
ELISPOT — enzyme-linked immunospot (assay is a widely used method for enumerating antigen-specific cytokine-producing or antibody-secreting immune cells)
ESAT-6— рекомбинантные полноразмерные белки используются для проведения интерферонового теста вместо пептидных белков
$EtCO_2$ — измерение концентрации углекислого газа в конце спокойного выдоха
I:E — вдох:выдох
Ht — гематокрит
мбар — единица давления, равная 1 сантиметру водного столба
NIOSH — National Institute for Occupational Safety and Health (Национальный институт охраны труда)
$PaCO_2$ — парциальное давление углекислого газа в артериальной крови
PaO_2 — парциальное давление кислорода в артериальной крови
PAPR — powered air-purifying respirator
PAV, PAV+ — proportional assist ventilation (пропорциональная вспомогательная вентиляция)
PC — pressure control (управляемое давление)

PEEP — positive end-expiratory pressure (положительного давление конца выдоха ПДКВ)
pH — показатель кислотности
Pplat — давления плато в дыхательных путях
PPS — proportional pressure support ventilation {вентиляция с пропорциональной поддержкой инспираторного давления)
PPV — proportional pressure ventilation (вентиляция с пропорциональной поддержкой инспираторного давления)
PRVC — pressure-regulated volume-controlled ventilation (вентиляция легких с отпускаемым давлением)
PS — pressure support
PSV — pressure support ventilation (вентиляция с поддержкой инспираторного давления)
R — рифампицин (противотуберкулезный препарат)
RAMP — скорость нарастания потока до пикового
RASS — Ричмондская шкала ажитации и седации
SARS-CoV-2 — severe acute respiratory syndrome-related coronavirus (одноцепочечный РНК-содержащий коронавирус, относится к семейству Coronaviridae рода Betacoronavirus, возбудитель инфекции COVID-19)
SBT — spontaneous breathing trial
$S_{CV}O_2$ — central venous oxygen saturation (центральное венозное насыщение кислородом)
SOFA — sequential organ failure assessment (шкала оценки степени дисфункции шести систем органов)
SpO_2 — насыщение гемоглобина кислородом (по пульсоксиметру)
S/T — spontaneous/triggered ventilation (спонтанная триггерная вентиляция)
T-SPOT.TB — современный лабораторный метод диагностики туберкулёза
VC — volume control (управляемый объем)
VE — минутный объём дыхания
Vt — tidal volume (дыхательный объем)
Z — пиразинамид (противотуберкулезный препарат)

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Адаптивная поддерживающая вентиляция
Ажитация
Активное кровотечение
Алгоритм
– высокой точности
– Гиппократа
– клинический
– нового поколения
– первой волны
– эргономичный
Алгоритмическая логика
Алгоритмическая медицина
Алгоритмическая система
Алгоритмическое клиническое мышление
Алгоритмы респираторной терапии
Алгоритмы фтизиатрической службы
Аллерген туберкулезный рекомбинантный (АТР)
Альвеола
Антиген-специфичная продукция гамма-интерферона
Апноэ
Апнейстическая оксигенация
Аппаратная неинвазивная вентиляция
Аритмия
Артериальная гипертензия
Артериальная гипоксемия
Ателектотравма
Атрофия диафрагмы
Атрофия респираторных мышц

Б

База данных клинических алгоритмов
Бактериовыделение
Баротравма
Бациллярный контакт
Бегунок
Безопасность пациентов
Бензодиазепины
Билатеральные (генерализованные) эпилептические приступы
Блок-схема
Боковой маршрут
Бронхиальная секреция
Бронхиола
Бронхорея
Бронхоскопия с комплексом биопсий

В

Вакцинация детей против туберкулёза
Вазопрессорная поддержка
Вальпроевая кислота
Ввести текст
Валентная точка
Вено-венозная ЭКМО
Венозное примешивание
Вентилятор-ассоциированная пневмония
Вентиляция с поддержкой инспираторного давления
Ветка
Веточный цикл
Визуализация сложной логической функции
Вирусная пневмония
ВИЧ-инфекция

Внутрибрюшное давление
Волюмотравма
Врачебная ошибка
Вспомогательный режим вентиляции
Вставка
Вставить икону
Высвобождении гамма-интерферона Т-лимфоцитами
Высокопоточная оксигенация пациента
Высокопоточная оксигенотерапия
Выявить логические принципы
Вход ветки
Выбор режима превентивной химиотерапии
Высокая точность

Г

Гамма-интерферон
Гелевые адгезивные пластыри
Геморрагический инсульт
Ген *CYP2C9* при лечении эпилепсии
Генетическая генерализованная эпилепсия
Геном конкретного человека
Гиперкапния
Гипоксемия
Гипоксия
Гипотензия
Гиппократ
Гипнотик
Главный маршрут
– – ветки
– – примитива
– – силуэта
Горячие клавиши
Графическая визуализация алгоритма
Графическая фигура
Графический язык

Д

Давление в дыхательных путях
Давление в мочевом пузыре
Давление инспираторной паузы Pplat
Давление органов средостения
Давление плато
Да-нетный вопрос
Движущее» давление
Двухпоточный участок
Действие
Делирий
Десатурация
Диабет
Диагноз
Диагностика
Диагностика туберкулеза органов дыхания
Диафрагма
Диспноэ
Диффузное повреждение альвеол
Дорсальные отделы легких
Досрочный выход
ДРАКОН
Дракон-алгоритм
ДРАКОН в симуляционном обучении
ДРАКОН-конструктор
Дракон-схема
Дренаж секрета дыхательных путей
Дыхательный дискомфорт
Дыхательный объем

Ж

Жизнеугрожающая аритмия
Жирная линия

З

Завершение
Закон де Моргана
Знание

– декларативное
– процедурное
Зрительное восприятие
Зрительно-смысловой образ

И

Идеальная масса тела
Изониазид
Икона
– Адрес
– Вариант
– Вопрос
– Время
– Время группы
– Вставка
– Выбор
– Действие
– Заголовок
– Имя ветки
– Комментарий
– Конец
– Конец контрольного срока
– Начало контрольного срока
– Пауза
– Соединитель
Икона-хозяин
Иконы реального времени
Иммунодефицит
Иммунодиагностика
Иммунологический тест
Инвазивная ИВЛ
Индекс оксигенации
Индекс Тобина
Инспираторная фракция кислорода
Инспираторное давление
Инспираторный поток пациента
Инспираторный триггер
Интраабдоминальная гипертензия
Интубация
Инфаркт миокарда
Инфекционная аллергия
Инфильтративные изменения в легких
Искусственная вентиляция легких
Ишемия

К

Канюляция магистральных сосудов
Карбамазепин
Картографический принцип
Катаболизм
Кератоконьюктивит
Кетамин
Кислородный баллон
Кислотоустойчивые микобактерий
Клапан выдоха
Клиническая алгоритмическая медицина
Клинический алгоритм
Клиническое мышление
Комплексный клинический алгоритм
Коронавирус SARS-CoV-2
Критика блок-схемы алгоритма
Когнитивная эргономика
Коллабированные альвеолы
Коллапс альвеол
Компьютерная томограмма
Конструктор алгоритмов
Концепция Самарского медицинского университета

Л

Ларингоскопия
Латентная туберкулезная инфекция
Легочный туберкулез
Лекарственная чувствительность возбудителя
Летальная концентрация лекарственного или химического вещества в крови
Летальность
Лечебно-диагностический процесс

Лечение при низком уровне ВК
Лечение при токсическом уровне ВК
Лечение с учетом ОНВ гена *CYP2C9*
Лечение с учетом уровня ВК в плазме крови
Лиана
Лицевая маска
Логическая последовательность
Логическая схема «И»
Логическая схема «ИЛИ»
Логическая схема «НЕ»
Логическое отрицание

М

Макроиконы
– Веточный цикл
– Цикл Стрелка
– Переключатель
– Развилка
– Совместная работа
Маневр мобилизации альвеол
Маркер
Маркеры ДНК микобактерий туберкулёза
Маршрут
Маски Вентури
МедАлгопедия
Медицинская ошибка
Медицинская алгоритмическая система
Медицинский язык
Медицинский текст
Метаболизатор
Микобактерии туберкулеза
Микротромбоз легочных капилляров
Минутная вентиляция
Минутный объем вентиляции
Миоплегия
Миорелаксант
Модернизация медицинского языка
Молекулярно-генетическое исследование крови
Многоадресный силуэт
Мононуклеарные клетки периферической крови
Мраморность кожи
Мультиспиральная компьютерная томография

Н

Наглядная опора клинического мышления
Назальные канюли
Наличие нефункционального ОНВ гена *CYP2C9*
Настройка PEEP
Невидимая математика
Неврит периферических нервов
Неврология
Негативные и позитивные вопросы
Неинвазивная ИВЛ
Нейромышечная блокада
Нейрон
Нестабильная гемодинамика
Низкая податливость грудной стенки
Низкопоточная оксигенация пациента
Новые требования к клиническим алгоритмам
Нормокапния

О

Обследование перед началом химиотерапии
Обструкция верхних дыхательных путей
Однонуклеотидный вариант гена *CYP2C9*.
Ожог лица
Оксигенотравма
Оксигенация пациента
Органы грудной клетки

Ороназальные маски с резервуарным мешком
Орофарингеальные воздуховоды
Остановка дыхания
Острая дыхательная недостаточность
Острый респираторный дистресс-синдром
Отделение реанимации и интенсивной терапии
Открытые отдыхающие легкие
Отсутствие клаустрофобии
Очаговые изменения
Оценка рекрутабельности альвеол

П

Пандемия COVID-19
Пары оснований ДНК
Патогенетическая терапия
Патологические ритмы дыхания
Патология
Педиатр
Переместить икону
Пересадить лиану
Периорбитальный отек
Персонализированная медицина
Персонализированная терапия эпилепсии
Персонализированное применение препаратов ВК
Персонализированный подход к назначению противоэпилептических препаратов
Перстневидный хрящ
Пиразинамид
Пневмония
Податливость респираторной системы
Подбор PEEP
Подсчитаем число шагов
Подсчитать число решений
Показатель кислотности pH
Полиорганная недостаточность
Полисегментарная пневмония
Положительное давление конца выдоха (ПДКВ)
Понятность алгоритмов
Постнагрузка правого желудочка
Поток конца вдоха
Потоотделение
Правило
– боковых маршрутов
– времени
– главного маршрута
– Дракона
– лишней иконы
– пересечения линий
– чем правее, тем позже
Превентивная противотуберкулезная химиотерапия
Прекращение респираторной терапии
Преоксигенация
Прием Селлика
Примитив
Принцип «Посмотрел – и сразу понял!»
Проба Манту
Проблема сертификации клинических алгоритмов
Проверка на соответствие картографическому критерию
Проверка отсутствия ошибок
Пролежни лица
Прон-позиция
Пропорциональная вспомогательная вентиляция
Пропофол

Профилактика заболевания туберкулезом
Простое логическое условие
Простые ороназальные маски
Протективная вентиляция легких
Протективная искусственная вентиляция
Противотуберкулезные препараты
Противотуберкулёзный диспансер
Противоэпилептический препарат
Профессиональный медицинский язык
Проходимость дыхательных путей
Прямое повреждение легких
Пульсоксиметр

Р

Равносильные алгоритмы
Работа дыхательных мышц
Рабочее место врача-разработчика
Раннее выявление туберкулёза
Ранняя терапия септического шока
Расправление гравитационно-зависимых ателектазов
Расправления слипшихся альвеол
Реанимация беременной женщины
Регулировка потока кислорода
Рекрутабельность альвеол
Респираторная поддержка
Респираторная терапия
Респиратор с капюшоном
Респираторы типа NIOSH-certified N95
Решение
Риск аспирации
Риск обструкции ВДП
Рифампицин
Ричмондской шкале ажитации и седации RASS
Рокировка
Рокуроний

С

Седация
Сердечно-легочная реанимация
Скорость метаболизма ВК в печени
Скрининг
Скрининг населения на туберкулёз
Скрининговый тест
Силуэт
Сложное логическое условие
Смысловые части
Сопротивление дыхательных путей
Сохранность механизма откашливания мокроты
Сохранность сознания
Спонтанная триггерная вентиляция
Спонтанное дыхание
Среднетерапевтическая доза
Средства индивидуальной защиты
Стабильная гемодинамика
Стационарная кислородная сеть
Сукцинилхолин
Сцепка

Т

Твёрдофазный иммуносорбентный анализ
Тело цикла
Терапевтическая концентрация лекарственного вещества в крови
Терапевтический лекарственный мониторинг
Терапия эпилепсии
Т-клетка

Токсическая концентрация лекарственного или химического вещества в крови
Транспульмональное давление
Трахеобронхиальное дерево
Трахеостома
Трахеостомия
Тромбоэмболия легочной артерии
Туберкулёз
Туберкулез и ВИЧ-инфекция
Туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью
Тулбар

У

Удалить икону
Угнетение сознания
Улучшение оксигенации пациента
Уничтожение наркотических средств
Управляемое давление (PC)
Управляемый объем (VC)
Уровень насыщения артериальной крови кислородом
Уровень оксигенации
Условие окончания цикла
Условие продолжения цикла
Установление диагноза «эпилепсия»

Ф

Фармакогенетика
Фармакотерапия эпилепсии
Фермент 2C9 цитохрома P450
Фибробронхоскопия с комплексом биопсий
Фиброз
Фибропролиферация
Флюорографическое обследование
Фокальные эпилептические приступы
Форма представления
Формальная логическая связь
Формальные языки
Фракция кислорода во вдыхаемой газовой смеси
Фтизиатрия

Х

Химиотерапия
Хроническая сердечная недостаточность

Ц

Циклическая травма
Циклические алгоритмы
Цикл «ДО»
Цикл «ПОКА»
Цикл Стрелка

Ч

Частота дыхания
Частота нежелательных реакций
Частота сердечных сокращений
Черный треугольник
Чертеж алгоритма

Ш

Шаг алгоритма
Шампур
Шампур примитива
Шапка
Шкала комы Глазго
Шлем для НИВЛ

Э

Экскурсии грудной клетки
Экспираторный поток
Экспираторный триггер
Экстенсивный метаболизатор
Экстракорпоральная мембранная оксигенация
Экстубация
Эндотрахеальная интубация

Эндотрахеальная трубка
Энцефалопатия
Эпилепсия
Эргономика
Этамбутол
Этиологический агент

Я

Язык ДРАКОН
Ятрогенное повреждение легких

A

Adaptive support ventilation
Alveolus
Action
Augustus De Morgan
Average sentence length

C

Clinical guidelines
Concept names
COVID
COVID-19

D

Delete
Doctor-friendly
Download free PDF
DRAKON
Drakon-charts
DrakonHub
draw.io

F

Filtering half masks
Flowcharts

E

Executive summary

H

Happy path
Highlighted
Human Genome Project

I

Institute of Medicine

L

Lancet
Lietuvos sveikatos mokslų universitetas

M

MedAlgopedia
MediaWiki
Medline
Microsoft Visio
Mycobacterium tuberculosis

N

National Academies Press
National Academy of Medicine
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine
National Library of Medicine
NIOSH-certified
Number of preventable hospital associated deaths…

O

Open lung rest

P

Patient safety
Patient Safety and Quality Improvement Act

Patient Quality & Safety
PEEP
Powered air-purifying respirator
Pressure support
Pressure support ventilation
Preventable
Procedural and descriptive medical knowledge
Proportional assist ventilation
Proportional pressure support ventilation
Proportional pressure ventilation
PS cycle
PubMed
Purified protein derivative

Q

QuantiFERON-TB

R

Respiratory protective devices
Rise time
Risk of dying as a result of a medical error

S

SARS-CoV-2
Screen
Spontaneous breathing trial
Spontaneous/triggered ventilation

T

To Err is Human: Building a Safer Health System
Treatment
Tuberculum

U

UML
Unified Medical Language System
User-friendly

V

Vel
VE-метод прижатия лицевой маски
Visio

Y

yEd

W

Web page
When Your Child is Ill: A Home Guide for Parents